



**Escola Politècnica Superior  
de Castelldefels**

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

# **TREBALL DE FI DE CARRERA**

**TÍTOL DEL TFC: Planificació de l'aeroport corporatiu de Barcelona**

**TITULACIÓ: Enginyeria Tècnica Aeronàutica, especialitat Aeronavegació**

**AUTOR: Guillem Tudela Debrigode**

**DIRECTOR: José Ignacio Galán Herranz**

**DATA: 17 d'abril de 2009**



**Títol:** Planificació de l'aeroport corporatiu de Barcelona

**Autor:** Guillem Tudela Debrigode

**Director:** José Ignacio Galán Herranz

**Data:** 17 d'abril de 2009

## Resum

L'any 2007 va ser presentat el Pla d'aeroports, aeròdroms i heliports de Catalunya 2007-2012 com a eina per a regir el desenvolupament de les instal·lacions aeroportuàries competència de la Generalitat de Catalunya. Una de les conclusions del pla era que calia impulsar l'aviació empresarial i per això va proposar la construcció d'un aeroport corporatiu ubicat a la província de Barcelona.

Aquest nou aeroport permetrà descongestionar l'aeroport de Barcelona i donar un impuls a un sector poc desenvolupat a Catalunya i a Espanya en comparació amb altres països europeus com poden ser França i Suïssa.

Tanmateix, la ubicació no va ser decidida en el Pla d'aeroports perquè la Generalitat de Catalunya volia que fossin els propis ajuntaments els que es presentessin a acollir l'aeroport al seu territori. Responent a aquesta crida, a finals del 2008 aparegueren tres zones candidates a albergar l'aeroport: Igualada, Bages i la Plana de Vic. A principis del 2009, la Generalitat publicà el nou Pla d'aeroports, aeròdroms i heliports 2009-2015 i obrí el concurs públic d'adjudicació de l'aeroport, el termini del qual exhaurirà el proper 28 d'abril.

Aquest treball consisteix en trobar el lloc més idoni on ubicar l'aeroport corporatiu i en el disseny tècnic d'aquest seguint els passos recomanats al *Manual de planificación de aeropuertos* (Doc 9184-AN/902) de l'Organització d'Aviació Civil Internacional (OACI). Per tal de fer-ho possible s'aplicarà la normativa vigent que afecta a les infraestructures aeroportuàries.

L'obtenció de dades vàlides amb les que treballar ha estat possible gràcies a la complicitat del Departament d'Estadístiques d'AENA i dels operadors d'aerotaxi espanyols. Aquests últims són possiblement els actors més interessats en que es construeixi aquest aeroport perquè dotarà a Catalunya d'una eina única pel desenvolupament de les seves activitats.

Els resultats obtinguts demostren que és possible la construcció de l'aeroport corporatiu a la província de Barcelona.



**Title:** Barcelona's corporative airport planning

**Author:** Guillem Tudela Debrigode

**Director:** José Ignacio Galán Herranz

**Date:** April, 17th 2009

## Overview

In 2007 it was presented the *Airports, aerodromes and heliports planning for Catalonia 2007-2012* as an instrument to promote the development of the aeronautical infrastructure that are responsibility of the govern of Catalonia. Its conclusions stablished the necessity of stimulating the executive aviation and therefore the construction of a corporative airport in Barcelona's province.

This new airport will allow to relieve congestion in Barcelona's airport and stimulate a sector low-developed in Catalonia and Spain in comparison with others Europeans' countries such as France and Switzerland.

But the location was not decided in the *Airport planning* because the govern of Catalonia wanted the councils to make an application to hold the airport inside their territory. Answering that, at the end of 2008, three councils made the application to hold the airport: Igualada, Bages and Plana de Vic. At the beginning of 2009, the *Generalitat* presented the new *Airports, aerodromes and heliports 2009-2015* and opened the competition to award the airport which will end the next 28th of April.

This project consists in finding the best place to build the corporative airport and to make the technical design of it following the steps of the Manual of airport planning (Doc 9184-AN/902) of the International Civil Aviation Organisation (ICAO). To make it possible it will be used the laws which rule the aeronautical infrastructure.

Obtaining valid datas have been possible thanks to the Statistics Department of AENA and the Spanish executive operator, which are possibly the actors more interested in the corporative airport because it will allow an unique instrument to develop their activities in Catalonia.

The results show it is possible to build the corporative airport in Barcelona's province.



# ÍNDIX

<b>INTRODUCCIÓ .....</b>	<b>1</b>
<b>GLOSSARI.....</b>	<b>2</b>
<b>CAPÍTOL 1. MARC REGULADOR.....</b>	<b>3</b>
1.1 De què s'ocupa aquest capítol.....	3
1.2 Marc regulador tècnic .....	3
1.3 Marc regulador econòmic.....	4
1.4 Marc regulador territorial.....	6
1.5 Pla director dels aeroports .....	7
<b>CAPÍTOL 2. CONSIDERACIONS PRÈVIES .....</b>	<b>8</b>
2.1 De què s'ocupa aquest capítol.....	8
2.2 Passatgers.....	8
2.3 Aeronaus .....	8
2.4 Companyies .....	9
2.5 Estadístiques .....	10
<b>CAPÍTOL 3. AVALUACIÓ I SELECCIÓ DE L'EMPLAÇAMENT .....</b>	<b>13</b>
3.1 De què s'ocupa aquest capítol.....	13
3.2 Requisits de l'aeroport corporatiu.....	13
3.3 Selecció preliminar dels emplaçaments .....	13
3.4 Compatibilitat aèria .....	15
3.5 Estudi meteorològic .....	17
3.5.1 Estudi de la temperatura .....	18
3.5.2 Estudi de vents .....	18
3.5.3 Estudi pluviomètric .....	20
3.5.4 Estudi de visibilitat .....	21
3.6 Requisits mediambientals .....	21
3.6.1 Normativa .....	22
3.6.2 Zones sensibles.....	22
3.6.3 Soroll.....	25
3.6.4 Accions per a reduir l'impacte ambiental.....	26
3.7 Avaluació definitiva.....	27





<b>CAPÍTOL 4 DISSENY DE L'AEROPORT.....</b>	<b>30</b>
4.1 De què s'ocupa aquest capítol.....	30
4.2 Dades preliminars .....	30
4.2.1 Sobre l'aeroport .....	30
4.2.2 Sobre el creixement.....	30
4.2.3 Sobre l'hora punta .....	33
4.2.4 Sobre la capacitat.....	33
4.2.5 Sobre el camp de vol.....	37
4.2.6 Sobre l'avió de disseny.....	40
4.2.7 Sobre la categoria dels ILS .....	42
4.3 Superfícies Limitadores d'Obstacles .....	43
4.4 ILS bàsics .....	44
4.5 Característiques físiques.....	45
4.5.1 Zona aire.....	45
4.5.2 Zona terra .....	47
4.6 Ajudes visuals.....	48
4.7 Plànol d'aeròdrom .....	48
<b>CONCLUSIONS.....</b>	<b>50</b>
<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>52</b>
<b>ANNEX 1. RESULTATS ENQUESTES .....</b>	<b>53</b>
<b>ANNEX 2. DADES AENA .....</b>	<b>61</b>
<b>ANNEX 3. DADES METEOROLÒGIQUES .....</b>	<b>65</b>
<b>ANNEX 4. PLÀNOLS.....</b>	<b>67</b>



# ÍNDEX DE FIGURES

Fig. 2.1 Gràfic percentual de les destinacions.....	11
Fig. 3.1 Mapa topogràfic de la Plana de Vic amb les àrees candidates.....	14
Fig. 3.2 Carta VFR del sector de Barcelona.....	15
Fig. 3.3 Carta de l'espai aeri inferior del sector de Barcelona.....	16
Fig. 3.4 Carta de l'espai aeri superior del sector de Barcelona.....	16
Fig. 3.5 Histograma de les precipitacions anuals.....	20
Fig. 3.6 Espais Naturals de Protecció Especial.....	23
Fig. 3.7 Espais d'Interès Naturals i de la Xarxa Natura 2000.....	24
Fig. 3.8 Espais protegits de la Plana de Vic.....	24
Fig. 3.9 Zona número 1.....	28
Fig. 3.10 Zona número 2.....	29
Fig. 4.1 Prognosi de creixement de les operacions.....	32
Fig. 4.2 Prognosi de creixement dels passatgers.....	32
Fig. 4.3 Capacitat d'una sola pista.....	34
Fig. 4.4 Capacitat horària d'una pista en VFR.....	35
Fig. 4.5 Capacitat horària d'una pista en IFR.....	36
Fig. 4.6 Àrea modificada.....	39
Fig. 4.7 SLO i obstacles orogràfics.....	44
Fig. 4.8 ILS bàsics a l'enlairament.....	45
Fig. 4.9 Plànol de l'aeroport corporatiu de Barcelona.....	49



# ÍNDIX DE TAULES

Taula 2.1. Llistat de les principals companyies espanyoles d'aerotaxi.....	9
Taula 2.2. Estadístiques de l'aviació executiva durant l'any 2007.....	10
Taula 2.3. Estadístiques dels rangs (en km).....	12
Taula 3.1. Mitjana mensual de les temperatures màximes diàries.....	18
Taula 3.2. Observació percentual de la direcció i intensitat del vent.....	19
Taula 3.3. Precipitacions màximes en 24 hores.....	21
Taula 3.4. Nivells d'immissió (en dB(A)).....	25
Taula 3.5. Nivells d'immissió màxims (en dB(A)).....	26
Taula 3.6. Comparació de les àrees candidates.....	27
Taula 4.1. Previsió d'operacions i passatgers fins l'any 2020.....	31
Taula 4.2. Correcció de la longitud de pista destinant una sola direcció de la pista per l'aterratge amb instruments.....	38
Taula 4.3. Correcció de la longitud de pista destinant ambdues direccions per l'aterratge amb instruments.....	38
Taula 4.4. Correcció de la longitud de pista amb 975 m de marge a cada extrem de pista.....	40
Taula 4.5. Avions executius classificats segons l'amplada (les dades en metres).....	41
Taula 4.6. Característiques del Global 5000.....	41
Taula 4.7. Avions executius amb TOFL superior a 1549 metres classificats segons l'amplada (les dades en metres).....	42
Taula 4.8. Característiques de les parts que integren la zona aire (l'amplada i la llargada en metres).....	46
Taula 4.9. Distàncies mínimes (en metres).....	47



## INTRODUCCIÓ

Des de la publicació del Pla d'aeroports del 2003, primer moment en que es planteja la necessitat d'un aeroport corporatiu a Catalunya, la ubicació d'aquest no ha estat mai proposada, tot i que s'incloïa un seguit de característiques físiques a complir. La següent actualització del Pla d'aeroports, anomenada Pla d'aeroports, aeròdroms i heliports de Catalunya 2007-2012, (veure [1]), tornà a manifestar la necessitat d'un aeroport corporatiu però s'eliminaren les característiques físiques. En ell tampoc es deia a on ubicar-lo, tan sols s'indicava que havia d'estar a una distància adequada de Barcelona.

Aquesta falta de concreció s'emmarcava dins d'una política de la Generalitat de no imposar l'aeroport a cap territori per tal de no generar rebuig social. Amb aquesta política, es pretenia que fossin els propis ajuntaments catalans els que s'interessessin en acollir l'aeroport dins del seu territori, i així va ser. Durant el 2008 diversos ajuntaments de la Catalunya interior, Igualada, Manresa i els de la Plana de Vic, s'hi van interessar. A començaments d'any es publicà el nou Pla d'aeroports, aeròdroms i heliports de Catalunya 2009-2015, (veure [2]) i la Generalitat obrí el concurs públic per a l'emplaçament de l'aeroport corporatiu, indicant les condicions que hauria de tenir.

Aquest projecte té l'objectiu de trobar la ubicació de l'aeroport corporatiu de Barcelona i planificar-lo seguint principalment els passos descrits al *Manual de planificación de aeropuertos* (veure [3]). Els objectius secundaris són aprendre a realitzar i entendre el complex procés de planificació de les infraestructures aeroportuàries, la familiarització amb la normativa legal que intervé en aquest procés i conèixer la situació a Espanya de l'aviació empresarial (amb aquest nom incloc l'aviació d'aerotaxi, executiva i corporativa).

El problema principal ha estat la dificultat de trobar dades amb les que treballar i per aquest motiu es va enviar un qüestionari als principals operadors d'aerotaxi espanyols. Tot i que aquest no va tenir una gran acollida, les dades obtingudes han estat clau per a tirar endavant el projecte.

El treball es divideix en quatre capítols interconnectats entre ells: el primer introdueix la normativa legal vigent a Catalunya, regida per la Llei d'aeroports, (veure [4]); el segon capítol té la finalitat de conèixer l'aviació empresarial; el tercer capítol tracta sobre la ubicació de l'emplaçament i la realització dels diferents estudis que cal dur a terme abans de decidir la ubicació; el quart i últim capítol selecciona l'emplaçament i, a partir d'ell, en realitza el disseny tècnic de les diferents parts que conformen un aeroport.

Degut a la gran quantitat d'informació que s'ha necessitat per a poder realitzar el present projecte, aquesta ha estat inclosa als annexos per a permetre una lectura lleugera del treball.

## GLOSSARI

**Aerotaxi:** Vols remunerats per a realitzar desplaçaments relacionats amb negocis o oci.

**Aviació corporativa:** Vols realitzats en aeronaus propietats d'empreses i tripulades per pilots professionals pel transport del seu personal.

**Aviació executiva o de negocis:** Vols en què els propietaris de les aeronaus piloten els seus propis avions per a realitzar desplaçaments relacionats amb els seus negocis.

**Aviació general:** Totes les operacions d'aviació civil que no són ni serveis aeris ni operacions no regulars de transport aeri amb remuneració o arrendament.

**Coeficient d'utilització d'aeròdrom:** Percentatge de temps durant el qual l'ús d'una pista o d'un sistema de pistes no està limitat pel component transversal del vent.

**Condicions estàndard:** Condicions a una alçada a nivell de mar, una temperatura de 15°C, vent nul i pendent de pista 0.

**Longitud de camp de referència d'un avió:** Longitud de camp mínima necessària per a l'enlairament, amb el pes màxim homologat d'enlairament i en condicions estàndard.

**Temperatura de referència d'aeròdrom:** Temperatura mitjana mensual de les màximes diàries corresponents al mes més calorós de l'any (sent el mes més calorós aquell que té la temperatura mitjana mensual més alta). Aquesta temperatura hauria de ser el promig d'observacions efectuades durant diversos anys i té les unitats en graus Celsius.



# CAPÍTOL 1. MARC REGULADOR

## 1.1 De què s'ocupa aquest capítol

Aquest primer capítol s'ocupa de la normativa que afecta a l'activitat aeroportuària, la qual està dividida en internacional, estatal i autonòmica. Les infraestructures aeroportuàries, per la seva complexitat, no es poden concebre com un ens aïllat sinó com la unió de les tres vessants que l'ocupen, és a dir, la vessant tècnica, econòmica i territorial. La concreció d'aquests tres aspectes quedarà plasmada en el Pla Director de cada aeroport.

## 1.2 Marc regulador tècnic

L'article 149.1.20 de la Constitució indica que els aeroports catalogats d'interès general són competència de l'Administració General de l'Estat. Per la seva banda, l'Estatut d'Autonomia de Catalunya, aprovat per la Llei orgànica 6/2006, de 19 de juliol, preveu les competències de la Generalitat en matèria d'aeroports en el seu article 140, dedicat a les infraestructures del transport i de les comunicacions, (veure [5]). Aquest article disposa que:

“1. Correspon a la Generalitat la competència exclusiva sobre ports, aeroports, heliports i altres infraestructures de transport al territori de Catalunya que no tinguin la qualificació legal d'interès general. Aquesta competència inclou en tot cas:

- El règim jurídic, la planificació i la gestió de tots els ports i aeroports, instal·lacions portuàries i aeroportuàries, instal·lacions marítimes menors, estacions terminals de càrrega en recintes portuaris i aeroportuaris i altres infraestructures de transport.
- La gestió del domini públic necessari per a prestar el servei, especialment l'atorgament d'autoritzacions i concessions dins dels recintes portuaris o aeroportuaris.
- El règim econòmic dels serveis portuaris i aeroportuaris, especialment les potestats tarifària i tributària i la percepció i la recaptació de tota mena de tributs i gravàmens relacionats amb la utilització de la infraestructura i del servei que presta.
- La delimitació de la zona de serveis dels ports o els aeroports i la determinació dels usos, els equipaments i les activitats complementàries dins del recinte del port o l'aeroport o de les altres infraestructures de transport, respectant les facultats del titular del domini públic.

2. La Generalitat participa en els organismes d'abast supra-autonòmic que exerceixen funcions sobre les infraestructures de transport situades a Catalunya que són de titularitat estatal.

3. La qualificació d'interès general d'un port, un aeroport o una altra infraestructura de transports situats a Catalunya requereix l'informe previ de la Generalitat, que pot participar en la seva gestió, o assumir-la, d'acord amb el estableixen les lleis.

4. Correspon a la Generalitat la participació en la planificació i la programació de ports i aeroports d'interès general, en els termes que determini la normativa estatal”.

En principi, l'aeroport corporatiu de Barcelona no serà considerat d'interès general. Per aquest motiu, caldrà que compleixi la Llei d'aeroports de Catalunya, que és l'encarregada de regular a Catalunya el desenvolupament dels aeroports i aeròdroms que no són d'interès general.

Aquesta llei està actualment en procés de revisió i ja se n'ha avançat un avantprojecte.

### **1.3 Marc regulador econòmic**

Del marc regulador econòmic cal distingir entre la part dedicada a la promoció de l'aeroport i la relativa a la seva gestió. La primera està recollida a la Llei d'aeroports de Catalunya, que preveu el cas de promoció pública i el de promoció privada.

En el cas de promoció pública, l'article 16 de la mencionada llei disposa que:

“1. El Govern de la Generalitat, d'acord amb els criteris del Pla d'aeroports de Catalunya i el planejament urbanístic, construeix i explota els aeroports i els aeròdroms, i també els serveis complementaris, per ell mateix o en col·laboració amb altres entitats públiques o privades, en qualsevol de les formes permeses per la llei. En els mateixos termes, les entitats locals poden construir i explotar aeroports i aeròdroms, conformement a les condicions fixades en cada cas pel Govern de la Generalitat.

2. El Govern de la Generalitat pot adoptar totes les formes diverses de participació, promoció pública i foment en matèria aeroportuària”.

Aquesta iniciativa pública caldria plasmar-la amb una convocatòria de concurs, que es recull a l'article 17, el qual disposa que:

“1. el Govern de la Generalitat i els ens locals, d'acord amb el que disposa el Pla d'aeroports de Catalunya, poden convocar concursos públics amb els objectes següents:

- La selecció de projectes de construcció d'aeroports i aeròdroms.

- L'atorgament d'una concessió per a la construcció o per a la construcció i l'explotació d'un aeroport o d'un aeròdrom, i també dels seus serveis complementaris.

2. La tramitació dels concursos a què es refereix l'apartat 1 s'ha de fer d'acord amb el que estableix la normativa reguladora de la contractació de les administracions públiques”.

En cas de promoció per iniciativa privada, l'article 18 disposa que:

“1. El Govern de la Generalitat, d'acord amb el Pla d'aeroports de Catalunya, pot atorgar autoritzacions administratives per a construir, explotar, gestionar i ampliar aeroports i aeròdroms a persones físiques o jurídiques, amb subjecció al que disposen aquesta Llei, els seus reglaments i les condicions específiques que es fixen en l'autorització.

2. Per a atorgar aquesta autorització a què es refereix l'apartat 1, els promotors han de presentar el projecte constructiu, ajustat al que estableix l'article 14, les llicències municipals corresponents i la resta de documents que es determinin per via reglamentària.

3. S'ha d'establir per reglament el procediment per a atorgar l'autorització a què es refereix l'apartat 1, que ha de tenir en compte, com a mínim, un tràmit d'informació pública, l'informe dels ens locals afectats i les administracions amb competències aeronàutiques i mediambientals i l'avaluació d'impacte ambiental.

4. L'autorització a què es refereix l'apartat 1 ha d'introduir, si escau, les mesures correctores i preventives necessàries relatives a l'impacte ambiental i ha de fixar les condicions necessàries per al desenvolupament adequat de la instal·lació.

5. El termini per a emetre la resolució d'autorització corresponent és de sis mesos des de l'acceptació de tota la documentació necessària sol·licitada per l'ens competent. Un cop transcorregut aquest termini, si no s'ha dictat resolució expressa, s'entén que és estimada”.

Pel que respecta a la part dedicada a la gestió dels aeroports, cal anar a l'article 19:

“1. Els aeroports i els aeròdroms de titularitat pública objecte d'aquesta Llei, i els serveis complementaris de l'activitat d'aquests, són gestionats en qualsevol de les formes de gestió directa o indirecta permeses per la legislació de contractes de les administracions públiques.

2. Els aeroports i els aeròdroms de titularitat privada són gestionats pels propietaris respectius, en la forma que estimin pertinent, amb subjecció a les condicions fixades en l'autorització corresponent i en el Pla director”.

Amb la nova Llei d'aeroports i heliports, està previst que s'incideixi més en el tema de la gestió dels aeroports, sobretot en quant a la definició de gestió mixta d'aquests, perquè està previst que l'aeroport corporatiu sigui gestionat en un 51% per la Generalitat de Catalunya i que el 49% restant recaigui en mans dels ajuntaments i d'organismes privats.

A més, el Departament de Política Territorial i Obres Públiques ha de crear una empresa pública anomenada Aeroports Públics de la Generalitat de Catalunya la qual gestionarà els aeroports catalans, que a dia d'avui ja ha entrat en funcionament.

## 1.4 Marc regulador territorial

L'article 7 de la Llei d'aeroports de Catalunya diu que:

"1. El Pla d'aeroports de Catalunya és un instrument d'ordenació del sector aeroportuari català dins el marc de les directrius de l'ordenació territorial i té per objecte que el Govern de la Generalitat determini les grans línies de planificació, ordenació, promoció i desenvolupament del sector aeroportuari i la previsió dels emplaçaments dels aeroports i els aeròdroms, amb subjecció als principis de sostenibilitat i de respecte del medi ambient. A aquest efecte, el Pla d'aeroports ha de definir les necessitats en funció de la demanda i determinar les prioritats d'actuació per a assolir un equilibri territorial, tot definint la dotació i el tipus d'equipament que correspon a cada àmbit territorial, les necessitats de sòl, els paràmetres i les dimensions que s'han de complir i els requeriments per a la localització. També ha d'incloure les previsions econòmiques corresponents.

2. El Pla d'aeroports de Catalunya té caràcter de pla territorial sectorial, conformement a la Llei 23/1983, de 21 de novembre, de política territorial, i ha de tenir en compte les directrius d'ordenació del territori català. En la tramitació d'aquest Pla, és vinculant, pel que fa a les matèries de la seva competència, tant l'informe del Departament de Medi Ambient com el de l'autoritat aeronàutica estatal.

3. L'avaluació del desplegament i l'actualització, si escau, del Pla es fa cada cinc anys".

Per tant, correspon al Pla d'aeroports la planificació, ordenació, promoció i ordenament del territori, en definitiva, la seva regulació.

Des del punt de vista mediambiental, el Pla d'aeroports s'ha de sotmetre a l'avaluació ambiental en els termes previstos per la Llei 9/2006, de 28 d'abril, sobre l'avaluació dels efectes de determinats plans i programes sobre el medi ambient.

Així mateix, els projectes de cada infraestructura s'hauran de sotmetre al procediment de declaració d'impacte ambiental (Decret 114/1988, de 7 d'abril).

Finalment, cal que els aeroports i aeròdroms comptin amb un pla d'autoprotecció, tal com estableix la Llei 4/1997 de la Generalitat. El Govern integrarà el Pla territorial d'aeroports i heliports i els altres plans d'infraestructures del transport en un únic Pla d'infraestructures del transport de Catalunya.

## **1.5 Pla director dels aeroports**

La Llei 19/2000 indica que tots els aeròdroms, públics o privats, han de comptar amb un Pla director que té com a objecte definir les directrius d'ordenació i desenvolupament de l'aeroport, així com delimitar les servituds, zones de protecció, zones de servei i les zones de reserva per al futur creixement.

El Pla Director d'un aeroport és l'eina que recull les claus per al seu desenvolupament i, per tant, ha de considerar no només la informació tècnica necessària per a la construcció o millora de les infraestructures, sinó que ha d'incloure també els elements necessaris per tal de garantir la seva inserció territorial (mesures contra els sorolls, plans de compensació, etc) i la seva viabilitat econòmica (inversions a realitzar, costos d'explotació afegits, etc).

Per tal que aquest Pla sigui aprovat, ha de comptar amb els informes preceptius de les administracions competents en matèria de navegació aèria, trànsit i transport aeris, ordenació del territori, urbanisme i medi ambient. L'aprovació dels plans directors porta implícita la declaració d'utilitat pública als efectes expropiadors dels béns i drets de titularitat privada compromesos dins la delimitació de la zona de servei.

Els instruments per a l'elaboració d'aquest Pla director són l'Annex 14 de la OACI, (veure [6]), i la legislació vigent a Catalunya.

## CAPÍTOL 2. CONSIDERACIONS PRÈVIES

### 2.1 De què s'ocupa aquest capítol

El següent capítol realitza una introducció de l'aviació executiva descrivint-ne les parts que la componen, és a dir, el perfil del passatger i els avions que s'usen. A més, s'informa sobre les companyies espanyoles dedicades a l'aviació empresarial i es presenten les estadístiques d'aquest tipus d'aviació als aeroports principals de Catalunya.

### 2.2 Passatgers

El perfil del client de l'aviació executiva és el d'un home de mitjana edat, amb estudis universitaris, de classe mitja-alta, que viatja per negocis o per oci, i que no vola amb la classe *Business* perquè valora la comoditat i el menor temps de trajecte que ofereix l'aerotaxi.

És un tipus de client que per a desplaçar-se de l'aeroport al seu lloc de destí acostuma a fer-ho amb taxi o cotxe privat i que rarament realitza el trajecte amb transport públic.

### 2.3 Aeronaus

Les aeronaus emprades en aviació executiva presenten una gran varietat en quant a número de seients, rangs i dimensions. Aquesta varietat queda també patent amb la quantitat de fabricants existents com, per exemple, Cessna, Hawker Beechcraft, Embraer, Grob Aerospace, Bombardier o Dassault.

Airbus i Boeing, dedicats a l'aviació comercial, també han adequat alguns models per a aquest tipus d'aviació, el primer reconvertint l'A319 i el segon el B737.

Amb tot, les empreses que es dedicaven a l'aviació empresarial van constatar que els avions que es dissenyaven disposaven de més seients dels que es necessitaven. Després de realitzar diversos estudis sobre l'índex d'ocupació es va arribar a la conclusió que el número ideal de places pels avions executius era quatre.

Partint d'aquesta informació, una companyia anomenada Eclipse Aviation va treure al mercat un model d'avió anomenat EA-500. Aquest jet de reduïdes dimensions conegut com a *Very Light Jets* (VLJ), presenta dos grans avantatges: en primer lloc, el de poder enlairar-se des de pistes de 800 m, (és a dir, la possibilitat d'operar des de pràcticament qualsevol aeroport) i, en segon

lloc, la de reduir els costos per trajecte apropant-los als preus oferts per les companyies comercials tradicionals en tarifa *Business*. En vistes de la bona acollida de públic que va tenir la presentació del model d'Eclipse Aviation, altres constructors van treure models imitant el mateix concepte.

## 2.4 Companyies

La revolució dels VLJ també s'ha vist reflectida en el sector de les companyies d'aerotaxi amb la creació de noves empreses que fusionen el concepte *low-cost* amb el de la classe *Business*. Les diferències principals entre les companyies tradicionals i aquestes empreses són que les primeres no tenen uniformitat de flota i ofereixen uns preus superiors als de la tarifa *Business* de l'aviació comercial, mentre que les altres operen amb avions VLJ, tenen uniformitat de flota i ofereixen preus comparables a la tarifa *Business* de l'aviació comercial. Tot i això, ambdós tipus de companyies permeten al client triar l'hora de sortida i la de tornada i modificar amb poca antelació l'horari del vol, a part d'oferir un servei personalitzat, la recollida a l'aeroport amb un cotxe llogat...

Si s'observa el sector de l'aviació executiva a Espanya, es poden veure clarament aquests dos conceptes: d'una banda hi ha les companyies tradicionals organitzades entorn a l'organització *European Business Aviation Association* (EBAA), (veure [7]), amb Gestair com a líder indiscutible i, de l'altra banda, les companyies executives de baix cost, agrupades entorn l'*Air Taxi Association* (ATXA), (veure [8]). Tot i aquesta classificació, existeixen també un seguit de companyies que no són membres de cap de les dues organitzacions.

**Taula 2.1.** Llistat de les principals companyies espanyoles d'aerotaxi

Associació	Companyia	Base(s)
ATXA	Jet Ready	Barcelona, Madrid, Santiago, Sevilla, València, Saragossa
ATXA	Taxi Jet	Sabadell
ATXA	Wondair	València
EBAA	C.N.Air	Barcelona
EBAA	Corporate Jets XXI	Barcelona
EBAA	Executive Airlines	Barcelona, Girona, Madrid, València
EBAA	Flylink Express	Madrid
EBAA	Gestair	Barcelona, Madrid
EBAA	TAG Aviation	Madrid
-	Aeronova	València
-	Domínguez Toledo	Màlaga
-	Nord Jet Airlines	Barcelona, Madrid, Vitòria
-	PRT Aviation	Barcelona
-	Soko Aviation	Madrid
-	Zorex	Saragossa

A les companyies de la taula anterior, se'ls va enviar un qüestionari per tal de conèixer la seva opinió en temes de caire general, com el creixement que experimentaria l'aviació empresarial, i també preguntes més específiques sobre l'aeroport corporatiu de Barcelona. En els següents apartats apareixeran algunes de les conclusions extretes dels resultats del qüestionari per a justificar certes decisions. A l'annex 1 hi ha el recull complet de totes les preguntes realitzades juntament amb el percentatge que va obtenir cada resposta.

## 2.5 Estadístiques

Per tal de tenir una idea aproximada de quin tipus de trànsit rebrà el nou aeroport corporatiu de Barcelona, el número de passatgers o les operacions que es realitzaran, o el creixement que tindrà, és important conèixer les estadístiques de l'aviació executiva a l'entorn pròxim de l'aeroport.

També és important conèixer quina és l'evolució prevista d'aquest trànsit. Aquesta informació ha estat extreta del qüestionari mencionat a l'anterior apartat, els resultats del qual indiquen que el 50% de les companyies creuen que durant els pròxims anys el trànsit creixerà entre el 3 i el 5% anualment, i el 50% restant opinen que ho farà entre el 5 i el 8%.

Les dades que es mostren a continuació han estat facilitades pel Departament d'Estadística d'AENA i apareixen englobades les operacions, passatgers i destins corresponents a l'aviació executiva, corporativa i d'aerotaxi registrades l'any 2007 a l'aeroport de Barcelona, al de Girona i al de Reus. No es van sol·licitar les de Sabadell perquè fins al 2008 no s'hi registrarà aquest tipus d'operacions (les dades d'AENA han estat tractades i incloses a l'annex 2).

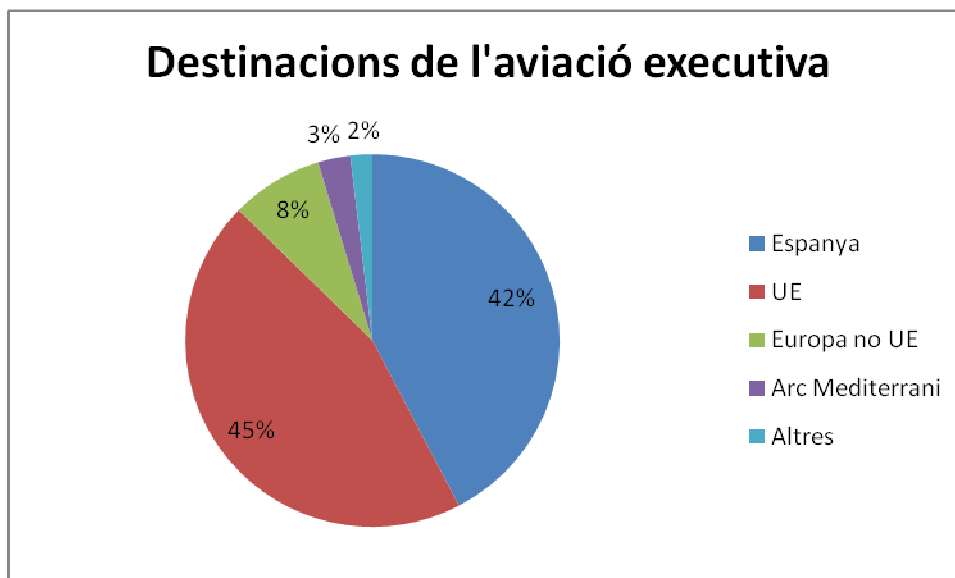
A la següent taula es mostra de forma sintetitzada les dades corresponents a l'aviació executiva durant l'any 2007 als aeroports de Barcelona, de Girona i de Reus.

**Taula 2.2.** Estadístiques de l'aviació executiva durant l'any 2007

Dades	Barcelona	Girona	Reus	Total
Número de passatgers	17282	3207	661	21150
Número d'operacions	6673	1147	224	8044
Passatgers/operacions	2,6	2,8	3	2,6
Destins a Espanya	2902	289	109	3300
Destins a la U.E.	2847	578	83	3508
Destins europeus no U.E.	440	171	10	621
Destins a l'arc Mediterrani	161	56	3	220
Altres destins	139	9	0	148



Per tal de veure millor les destinacions típiques en aerotaxi des dels aeroports catalans, s'ha elaborat la següent gràfica a partir de les dades de la taula anterior.



*Font: elaboració pròpia*

**Fig. 2.1** Gràfic percentual de les destinacions

Si s'analitzen les dades sobre els destins, s'observa que la pràctica totalitat de les operacions d'aviació executiva a Catalunya són a destins europeus i que, del 5% restant, més de la meitat són a països no europeus del Mediterrani, especialment a Turquia i al Marroc.

Una altra dada també interessant de conèixer és la referent a la llunyania dels destins (possible gràcies a que entre les dades sol·licitades hi havia els aeroports a on es va operar).

Per a realitzar la següent taula s'ha calculat la distància entre els diferents destins mitjançant un web, (veure [9]), que calcula la distància mínima entre dos punts usant arcs màxims.

El rang promig ha estat obtingut multiplicant cada distància amb el número de cops que es va realitzar la operació i dividint aquest valor pel número total d'operacions. Donat que el 98% dels vols estan concentrats a Europa i a la zona del Mediterrani, també es dona el rang promig d'aquests destins i la distància màxima. Aquests dos valors apareixen a la taula amb el nom de rang promig del 98% i rang màxim del 98% respectivament. Es fa constar que en el cas gironí aquests dos últims valors es corresponen al 99% dels vols i en el cas de Reus, al 100%.

**Taula 2.3.** Estadístiques dels rangs (en km)

Dades	Barcelona	Girona	Reus	Total
Rang promig	894	976	659	900
Rang promig del 98%	778	933	659	796
Rang màxim del 98%	3195	3704	2435	3704

És d'esperar que, en el cas de construir un aeroport corporatiu a la província de Barcelona, aquest tindrà un trànsit similar en quant als destins mostrats anteriorment, i més després que recentment la ciutat de Barcelona hagi estat escollida com a seu permanent de la Unió pel Mediterrani.

## **CAPÍTOL 3. AVALUACIÓ I SELECCIÓ DE L'EMPLAÇAMENT**

### **3.1 De què s'ocupa aquest capítol**

Aquesta part del treball té la finalitat de seleccionar un emplaçament convenient per a la construcció de l'aeroport corporatiu i d'avaluar-ne la seva idoneïtat.

Es partirà dels requisits definits pel Pla d'aeroports, aeròdroms i heliports de Catalunya 2009-2015, es seleccionaran uns emplaçaments tenint en compte aquests requisits, s'avaluaran els diferents aspectes que influeixen en la ubicació de l'aeroport i, finalment, es seleccionarà la ubicació que més s'ajusti a les seves necessitats.

### **3.2 Requisits de l'aeroport corporatiu**

Segons el Pla d'aeroports, aeròdroms i heliports de Catalunya 2009-2015 (i també el 2007-2012), l'aeroport corporatiu: "s'hauria d'ubicar a l'entorn de la regió metropolitana de Barcelona", i els paràmetres que s'haurien de fixar són: "estar a una distància adequada de Barcelona, gaudir de bones connexions viàries i ferroviàries i possibilitats d'expansió, terrenys per a activitats empresarials i complementàries, compatibilitat amb la navegació aèria, etc...".

Dels paràmetres que fixa el Pla n'hi ha un que queda poc definit, és el referent a la distància que ha d'estar l'aeroport corporatiu de la ciutat de Barcelona. Segons el sr. Balaguer, Director General de Ports, Aeroports i Costes del Departament de Política Territorial i Obres Públiques de la Generalitat de Catalunya, el qual va assistir com a ponent a les IV Jornades Sectorials de Porta22 sobre aeronàutica, l'aeroport ha d'estar com a màxim a 40 minuts de Barcelona.

D'altra banda, la distància que hauria d'haver entre Barcelona i l'aeroport corporatiu també va ser preguntada a les companyies executives mitjançant el qüestionari anteriorment mencionat. Els resultats són que el 50% dels enquestats creuen que ha d'estar a una distància de 40 kilòmetres o inferior mentre que el 50% restant creuen que ha d'estar a menys de 50 kilòmetres.

### **3.3 Selecció preliminar dels emplaçaments**

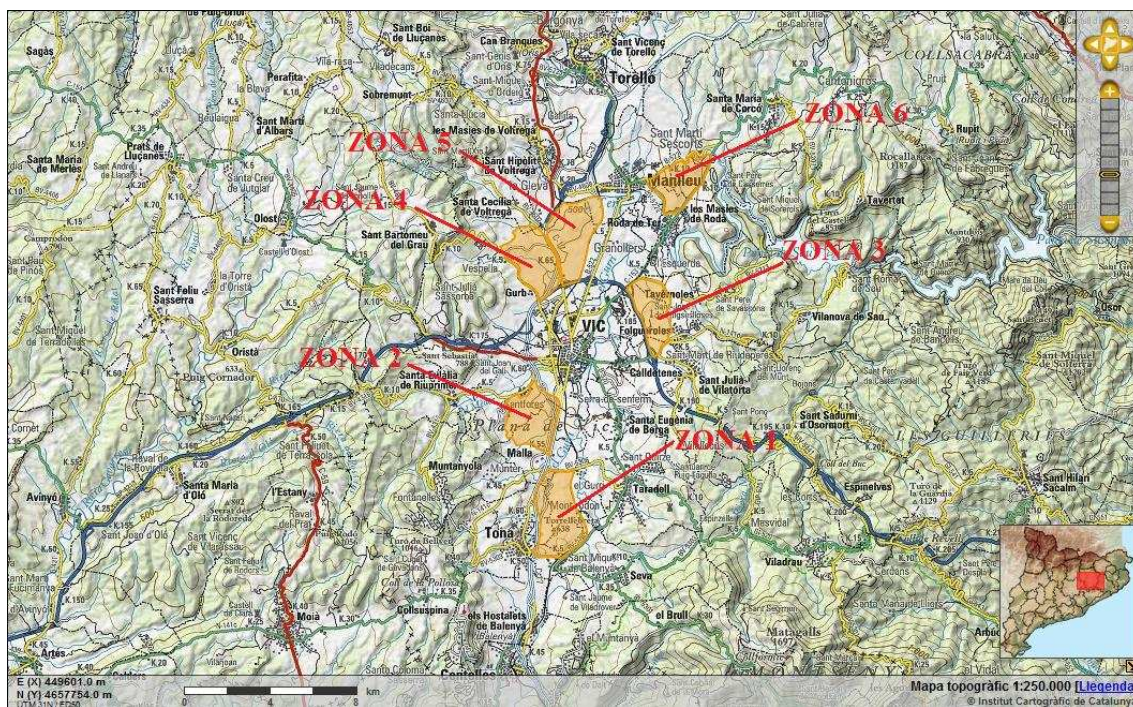
La zona triada per a realitzar l'estudi d'idoneïtat és la comarca d'Osona. Això és degut a que quan s'inicià aquest projecte un grup empresarial va manifestar el seu interès en desenvolupar l'estudi a Osona. Tot i que posteriorment aquest

grup no va tirar endavant el projecte, es va creure convenient continuar l'estudi en aquella zona per si en un futur es tornaven a interessar. A més, el fet que la comarca d'Osona fos la única candidata a acollir l'aeroport corporatiu que no disposava d'un aeròdrom, feia que el projecte resultés més atractiu perquè es podia començar un estudi partint de zero.

Per a seleccionar les zones a on es podria construir l'aeroport s'han usat els mapes topogràfics de l'Institut Cartogràfic de Catalunya (ICC), (veure [10]). El factor que s'ha tingut en compte per a realitzar la primera selecció ha estat l'orografia del terreny.

La comarca d'Osona està envoltada per un sistema muntanyós i a la part central hi ha una gran plana, la qual està dividida en dues parts pel pas del riu Ter. Per tant, cal buscar zones de terreny ubicades a la Plana de Vic i, a ser possible, al marge dret del riu Ter per ser l'àrea més propera a Barcelona.

A la següent figura es pot veure la Plana de Vic i, pintat en taronja, les sis zones que s'han escollit.



Font: ICC

**Fig. 3.1** Mapa topogràfic de la Plana de Vic amb les àrees candidates

Seleccionades les zones candidates a albergar l'aeroport corporatiu, cal procedir amb l'estudi de la compatibilitat aèria, el meteorològic i l'ambiental. Un cop fet això, es realitzarà l'avaluació definitiva per a trobar la zona ideal a on construir el nou aeroport corporatiu de Barcelona.



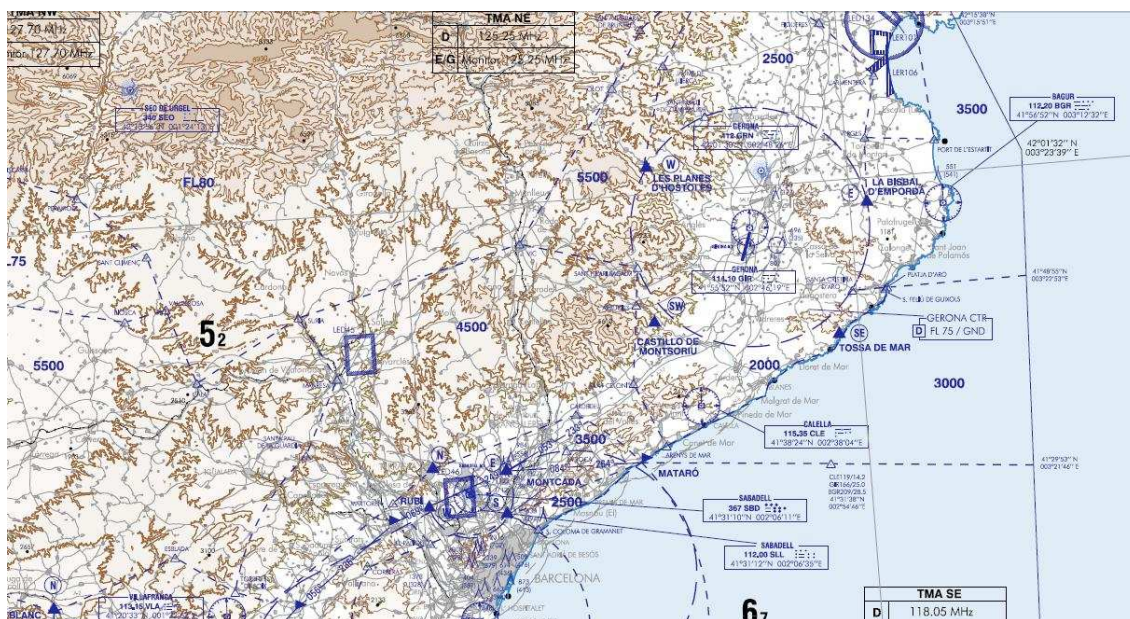
### 3.4 Compatibilitat aèria

Quan es projecta la construcció d'un nou aeroport es fa necessari realitzar un estudi per a comprovar la compatibilitat aèria entre la nova construcció i l'espai aeri existent. Aquest estudi consisteix en determinar si el nou aeroport pot interferir en les activitats d'algun aeroport proper o si l'espai aeri té algun tipus de particularitat que podria afectar a les rutes d'enlairament i d'aterratge.

Per tal de determinar aquesta compatibilitat cal consultar la Publicació d'Informació Aeronàutica (AIP), disponible al web d'AENA.

En primer lloc, s'ha de comprovar que Osona no estigui dins de cap àrea terminal d'aeroport (CTR) ni que el seu espai aeri contingui zones prohibides, restringides o perilloses.

A la següent imatge es pot veure part de la carta de vols visuals (VFR) del sector de Barcelona a escala 1:500.000 (veure [11]) centrada a Vic.



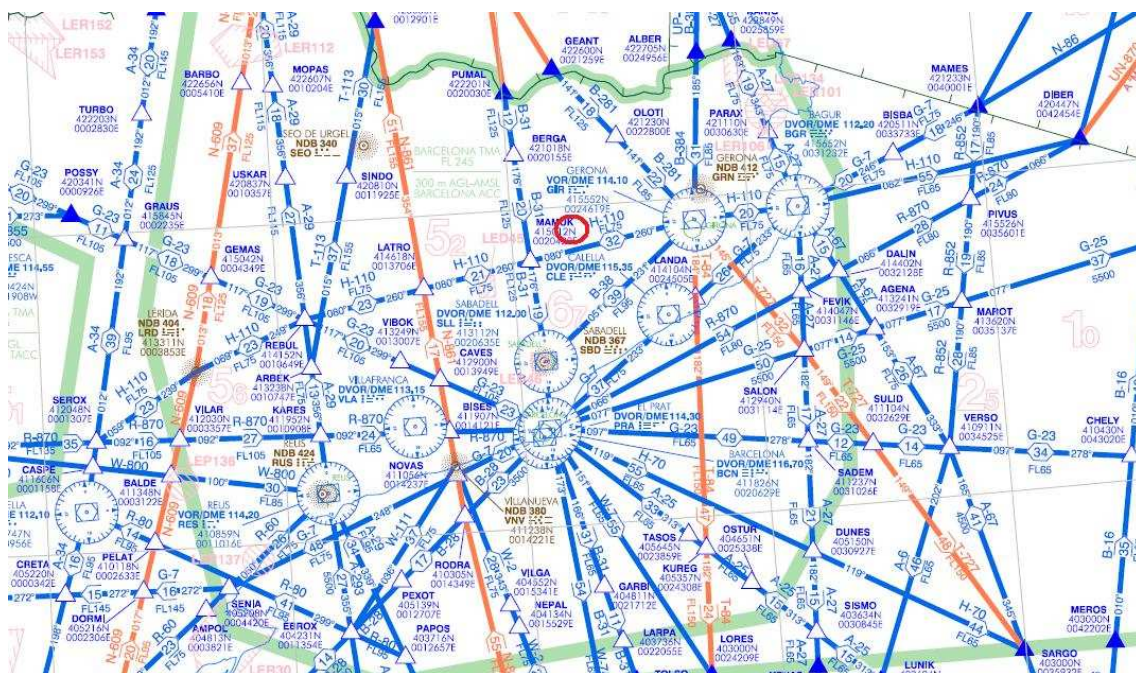
Font: AENA

**Fig. 3.2** Carta VFR del sector de Barcelona

Com es pot veure a la figura anterior, Osona no està dins de cap àrea terminal i tampoc conté cap zona prohibida, ni restringida ni perillosa.

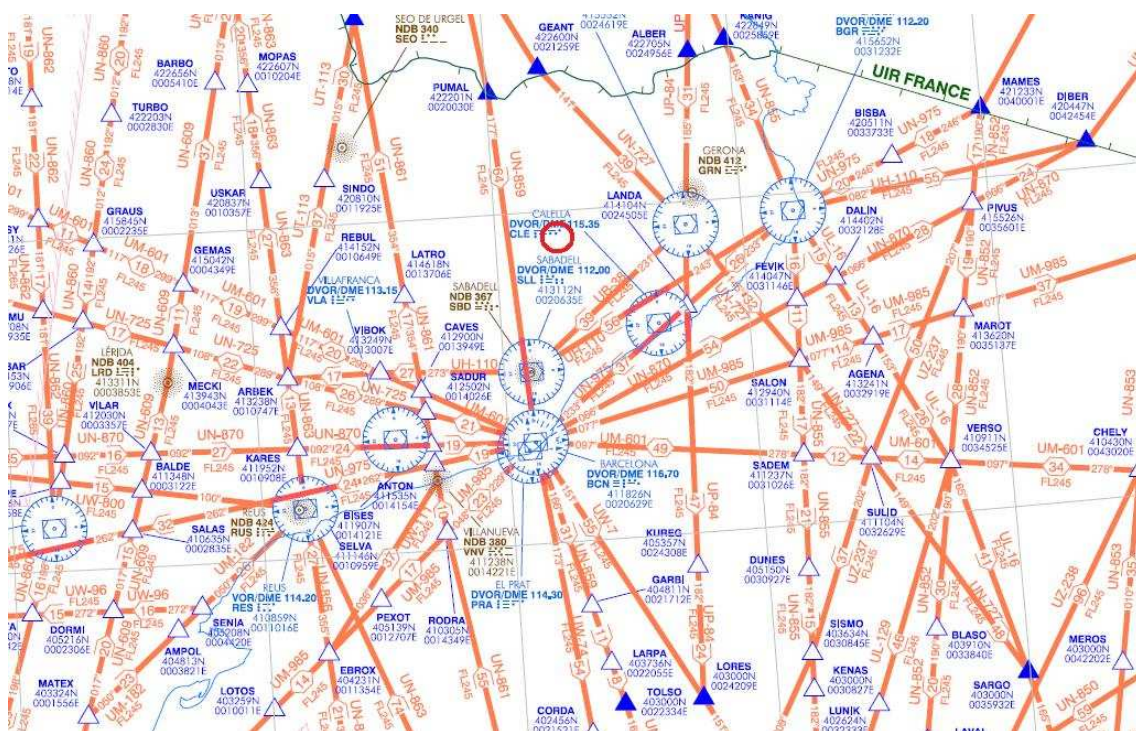
En segon lloc cal comprovar a les cartes de vols per instruments (IFR) que la configuració de les aerovies no interferirà en les activitats de l'aeroport. Les aerovies es divideixen entre les que estan a l'espai aeri inferior (FIR) i les de l'espai aeri superior (UIR), presentades a continuació amb els seus corresponents mapes (veure [12] i [13] respectivament). En vermell ha estat senyalada la zona de la Plana de Vic.





Font: AENA

Fig. 3.3 Carta de l'espai aeri inferior del sector de Barcelona



Font: AENA

Fig. 3.4 Carta de l'espai aeri superior del sector de Barcelona

En el cas de l'espai aeri inferior, tot i tenir dues aerovies molt pròximes (la H-110 i la B-31), no perjudicarien les activitats de l'aeroport perquè el nivell de vol de la primera és de 75 i l'altre de 125. Les operacions, de fet, es veurien beneficiades per aquesta proximitat perquè permetria als avions incorporar-se ràpidament a les aerovies. Respecte a l'espai aeri superior, les activitats de l'aeroport tampoc es veurien afectades perquè les aerovies tenen un nivell de vol considerable.

El següent pas és determinar si les rutes migratòries dels ocells passen per Osona, perquè en aquests cas les operacions de l'aeroport es veurien afectades pel perill de col·lisió entre les aeronaus i els ocells. A l'AIP d'AENA hi ha una carta relativa a les migracions i concentracions d'aus a Espanya (veure [14]) la qual no informa de cap activitat d'aquest estil a la zona a on es vol projectar l'aeroport.

Tenint en compte aquests resultats es conclou que l'espai aeri és compatible amb l'aeroport i que aquest no causarà cap interferència amb l'espai aeri immediat.

### **3.5 Estudi meteorològic**

Un altre factor que influeix en la ubicació d'un aeroport és el referent a la meteorologia, perquè determinarà factors com l'orientació de les pistes, la longitud d'aquestes, el coeficient d'utilització de l'aeroport o els seus sistemes de drenatge. Aquest estudi es centra en quatre parts: la temperatura, el vent, la pluviometria i la visibilitat.

Osona disposa de diverses estacions meteorològiques, la gran majoria pertanyen a la xarxa d'estacions del Servei Meteorològic de Catalunya (Meteocat), tot i que també hi ha ajuntaments que en disposen de pròpies. Per tal d'elaborar l'estudi meteorològic el més realista possible, cal triar una estació que estigui a una distància pròxima de la zona que es vol estudiar i que la seva orografia sigui similar, per tal que els vents predominants tinguin la mateixa direcció en ambdós casos.

Com que totes les àrees seleccionades estan a pocs kilòmetres de Vic, s'ha triat una estació situada a la Zona Universitària d'aquesta mateixa ciutat, (veure [15]). Aquesta estació està instal·lada a una teulada a 22 metres per sobre del sòl i, segons informa el seu web, les màximes de temperatura registrades acostumen a ser un grau inferior a les màximes a nivell de terra.

A l'annex número 3 del present treball, s'han inclòs les dades meteorològiques organitzades en mesos les quals han estat usades per a realitzar els següents subapartats.

### 3.5.1 Estudi de la temperatura

En primer lloc es calcularà la temperatura de referència de l'aeròdrom, que influirà més endavant quan es calculi la longitud de la pista de l'aeroport. L'Annex 14, Volum I, recomana: "La temperatura de referència de l'aeròdrom hauria de ser la mitjana mensual de les temperatures màximes diàries corresponents al mes més calorós de l'any (sent el mes més calorós aquell que té la temperatura mitjana mensual més alta). Aquesta temperatura hauria de ser el promig d'observacions efectuades durant diversos anys". La temperatura de referència haurà de tenir les unitats en graus Celsius.

La Plana de Vic té un clima submediterrani amb tendència continental, cosa que implica que els mesos més calorosos siguin els de l'estiu. La base de dades de l'estació meteorològica que s'usa va començar a recollir dades a partir de l'agost de l'any 2003. Com que no es pot determinar quin va ser el mes més calorós d'aquell any, les mostres s'agafaran a partir del 2004.

**Taula 3.1.** Mitjana mensual de les temperatures màximes diàries

Any	Mes més calorós	Mitjana mensual de les temperatures màximes diàries
2004	Agost	29°C
2005	Juliol	30°C
2006	Juliol	32,5°C
2007	Juliol	28,4°C
2008	Agost	28,8°C

A partir de la taula anterior i realitzant la mitjana dels mesos més calorosos dels últims cinc anys, s'obté que la temperatura de referència és de 29,7°C. Donat que les màximes d'aquesta estació acostumen a ser 1°C inferior a les que s'enregistrarien a nivell de terra i el valor obtingut ha de ser arrodonit al grau més pròxim, la temperatura de referència de l'aeròdrom és de 31°C.

### 3.5.2 Estudi de vents

El segon apartat que cal realitzar és l'estudi dels vents. Conèixer la seva direcció és important perquè ajudarà a elegir l'orientació de les pistes de l'aeroport. L'Annex 14, Volum I, recomana: "El número i orientació de les pistes d'un aeròdrom haurien de ser tals que el coeficient d'utilització de l'aeròdrom no fos inferior al 95% pels avions que l'aeròdrom estigui destinat a servir".

El coeficient d'utilització d'un aeròdrom ve determinat pel vent transversal, que varia segons la longitud del camp de referència. Com que encara no s'ha elegit l'avió de disseny a partir del qual es construirà l'aeroport, es pressuposa que la longitud de camp de referència serà superior als 1500 m. Amb aquest camp de



referència es considera que els avions es poden enlairar i aterrar en condicions normals amb un component de vent transversal de fins a 37 km/h.

Un dels mètodes usats per a saber quina és la millor orientació de la pista per tal d'obtenir un 95% de coeficient d'utilització és construir una rosa dels vents dividida en intensitats i direccions d'aquests. El primer pas és obtenir les dades dels vents de la zona.

La següent taula mostra, en percentatges, la direcció i intensitat del vent que s'ha enregistrat a l'estació de la Zona Universitària de Vic des del 3 d'agost de l'any 2003 fins l'octubre del 2008.

**Taula 3.2.** Observació percentual de la direcció i intensitat del vent

Direcció vent	Velocitat del vent (km/h)				
	Calma	7-24	25-37	>38	Total
Calma	67,9	-	-	-	67,9
N	-	0,3	0	0	0,3
NNE	-	0,4	0	0	0,4
NE	-	0,9	0	0	0,9
ENE	-	1,3	0	0	1,3
E	-	0,6	0	0	0,6
ESE	-	0,6	0	0	0,6
SE	-	0,7	0	0	0,7
SSE	-	1,4	0	0	1,4
S	-	3,8	0	0	3,8
SSO	-	5,9	0	0	5,9
SO	-	6,3	0	0	6,3
OSO	-	4,7	0	0	4,7
O	-	2,4	0	0	2,4
ONO	-	1,2	0	0	1,2
NO	-	1	0,2	0	1,2
NNO	-	0,4	0	0	0,4
Total	67,9	31,9	0,2	0	100

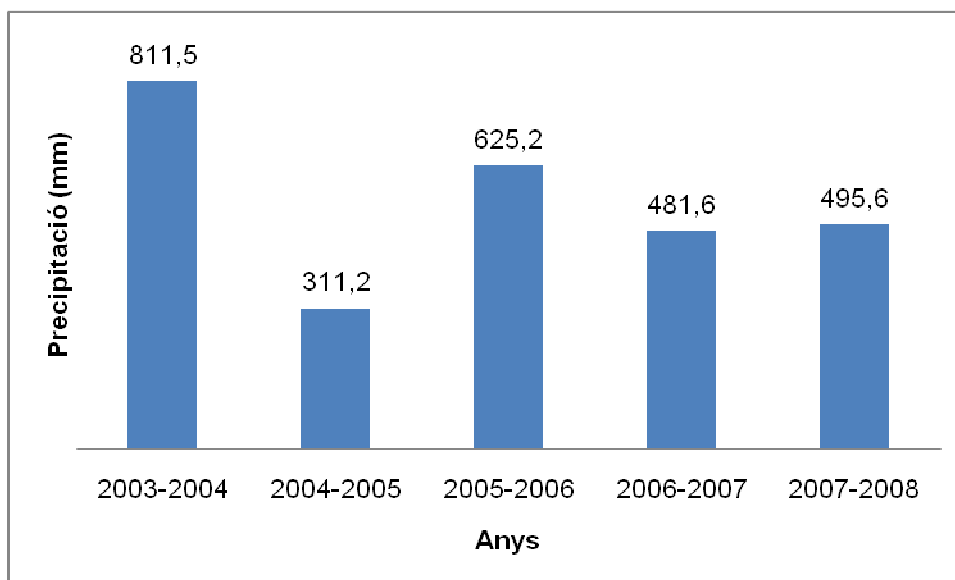
És interessant observar que el 100% del vent registrat té una velocitat inferior a 37 km/h. Això permetrà orientar la pista amb independència del vent, tot i mantenint un 100% de coeficient d'utilització de l'aeròdrom.

Degut a això, la construcció de la rosa dels vents esdevé innecessària perquè sempre se superarà el 95% de coeficient d'utilització de l'aeròdrom. D'aquesta manera, l'orientació de les pistes només dependrà de la ubicació dels nuclis urbans i dels obstacles orogràfics.

### 3.5.3 Estudi pluviomètric

La tercera part d'aquest estudi meteorològic s'ocupa de les precipitacions. És necessari conèixer la freqüència i la intensitat de la pluja per a poder preveure el tipus de drenatge que haurà de tenir l'aeroport per a evitar que s'inundi.

Les dades que es tenen de l'estació meteorològica de Vic abasten el període comprès entre el 3 d'agost del 2003 i l'octubre del 2008, només 4 anys complets, i el Manual de planificació d'aeroports recomana usar com a mínim les dades de 5 anys per tal que l'estudi sigui realista. Per aquest motiu s'ha optat que pel següent histograma els anys comencin el 3 d'agost, d'aquesta manera es poden realitzar els càlculs com si es tinguessin les dades de 5 anys complets. Les dades pluviomètriques d'aquesta estació tenen unitats de mil·límetres, els quals indiquen l'alçada que assoliria la pluja si no es filtrés al sòl.



*Font: elaboració pròpia*

**Fig. 3.5** Histograma de les precipitacions anuals

A partir de les precipitacions anuals dels últims anys es pot obtenir el promig de la precipitació anual, que té un valor de 545 mm. Amb les dades de l'estació de Vic s'extreu que cada any plou durant 144 dies, el qual representa el 31,3% dels dies de l'any. Finalment dividint el promig de la precipitació anual pel número de dies que plou, obtenim que quan plou a Vic ho fa amb una intensitat de 3,8 mm.

Tanmateix, les precipitacions mitjanes no són indicatives per a determinar el tipus de drenatge que caldrà dotar a l'aeroport perquè només són un promig i aquest tipus de sistemes han de ser dissenyat per a canalitzar l'aigua quan aquesta és màxima. Per això cal conèixer les precipitacions màximes en

interval·ls petits. A la següent taula es mostren les tres màximes precipitacions anuals en 24 hores dels darrers 5 anys.

**Taula 3.3.** Precipitacions màximes en 24 hores

Any	Primera màxima	Segona màxima	Tercera màxima
2003-2004	64 mm	45,2 mm	43,9 mm
2004-2005	23,6 mm	19,6 mm	19 mm
2005-2006	60,4 mm	37 mm	33,4 mm
2006-2007	60,4 mm	43 mm	33,6 mm
2007-2008	23,2 mm	22,2 mm	20,8 mm

Coneixent els màxims valors de precipitació que hi ha hagut a Vic es podran dissenyar correctament els sistemes de drenatge per tal que les pistes i els carrers de rodatge no quedin inutilitzats per la pluja.

### 3.5.4 Estudi de visibilitat

L'últim apartat d'aquest estudi meteorològic consisteix en realitzar l'estudi de visibilitat, els resultats del qual influiran en l'elecció de les ajudes visuals que haurà de tenir l'aeroport corporatiu.

L'estació de Vic no ofereix aquest tipus d'informació, per tant s'ha optat per sol·licitar les dades al Meteocat. Malauradament, les estacions de què disposa el Meteocat són automàtiques així que l'estudi de visibilitat no es realitza; tot i això van recomanar que es contactés amb l'Associació Catalana d'Observadors Meteorològics (ACOM), (veure [16]).

Existeix un observatori ubicat a Roda de Ter, (veure [17]), i de les dades recol·lectades s'extreu que de mitjana, el 29% dels dies de l'any hi ha boira, tot i que no s'especifica la durada d'aquesta.

Amb un 29% de dies de boira cal dotar a l'aeroport d'ajudes visuals perquè en condicions VFR no es podria operar. Amb unes ajudes apropiades, en canvi, durant aquest temps es podria continuar amb l'explotació de l'aeroport en règim IFR. En el capítol 4, s'indica quina és l'elecció final de la categoria de les ajudes.

## 3.6 Requisits mediambientals

La construcció d'un aeroport comporta un impacte al medi ambient en forma de contaminació acústica i lumínica, pol·lució de l'aire, destrucció de la flora i la fauna en el terreny a on s'ubicaran les estructures aeronàutiques... Aquest apartat s'encarrega d'introduir la normativa vigent, identificar les zones

protegides a Catalunya, anomenar els requisits relatius al soroll i proposar solucions per a reduir l'impacte ambiental.

### 3.6.1 Normativa

La normativa mediambiental està regulada a nivell internacional, estatal i a nivell de comunitat autònoma. Com més específic sigui el nivell, més restrictiva és la normativa. A continuació s'anomenen les normatives principals de cada nivell.

A nivell internacional:

- OACI: Annex 16 Volum I i II.
- UE: Llibre verd relatiu a l'impacte dels transports sobre l'entorn.

A nivell estatal:

- *Real Decreto Legislativo 1302/86, de 28 de junio, de evaluación de impacto ambiental.*
- Per a precisar el Decret anterior, es promulga el 1131/88 de 30 de septiembre.
- Alguns articles han estat modificats amb el 9/2002 de 6 de octubre.

A nivell català:

- Llei 12/1985, de 13 de juny, d'espais naturals, modificada amb la Llei 12/2006.
- Decret 328/1992, de 14 de desembre pel qual s'aprova el Pla d'Espais d'Interès Natural.
- Llei 16/2002, de 28 de juny, de protecció contra la contaminació acústica.

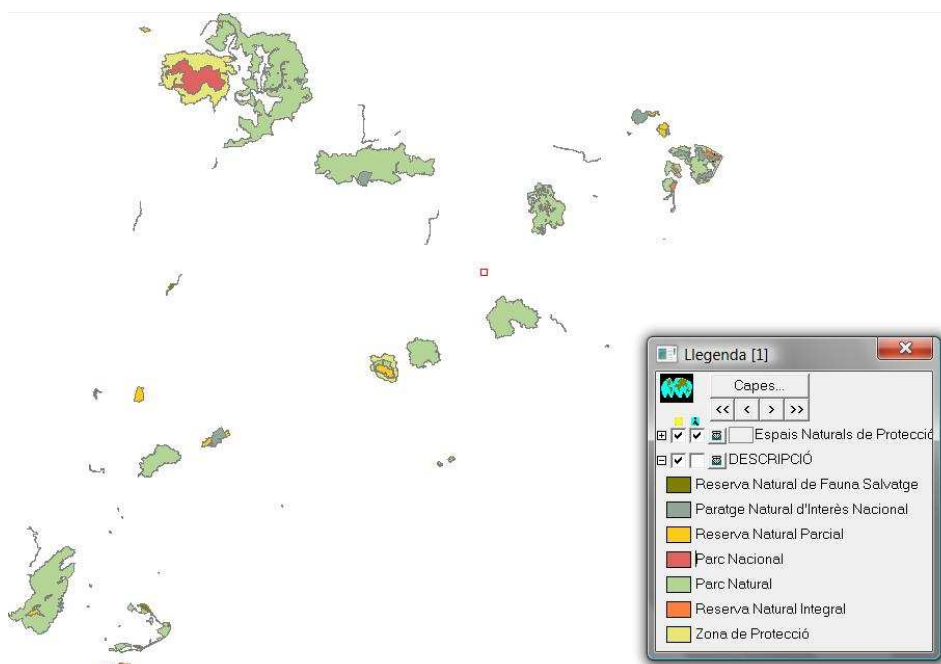
### 3.6.2 Zones sensibles

Existeixen un seguit de zones sensibles on ubicar un aeroport requereix un estudi ambiental aprofundit i que són les corresponents a espais naturals protegits i les que tenen risc de patir inundacions.

Els espais naturals protegits en territori català estan inclosos dins del Pla d'Espais d'Interès Natural (PEIN), de la Xarxa Natura 2000 (que integra les ZEPA i els LIC) i els Espais Naturals de Protecció Especial (ENPE).

El primer pas és estudiar la ubicació dels ENPE. Per això cal consultar la Llei 12/1985, (veure [18]), la qual estableix les modalitats següents de protecció especial: parcs nacionals, paratges naturals d'interès nacional, reserves naturals integrals, reserves naturals parcials i parcs naturals. L'objectiu principal de la llei, recollit a l'article 1, és "protegir, conservar, gestionar i, si s'escau, restaurar i millorar la diversitat genètica, la riquesa i la productivitat dels espais naturals de Catalunya".

Tots els espais inclosos en aquesta llei es presenten a la següent figura.



*Font: Generalitat de Catalunya*

**Fig. 3.6** Espais Naturals de Protecció Especial

La figura anterior té un quadrat vermell ubicat a les coordenades de Vic, que és el centre de les àrees candidates seleccionades anteriorment. A simple vista s'observa que tant a Vic com a les seves rodalies no hi ha presència de cap ENPE.

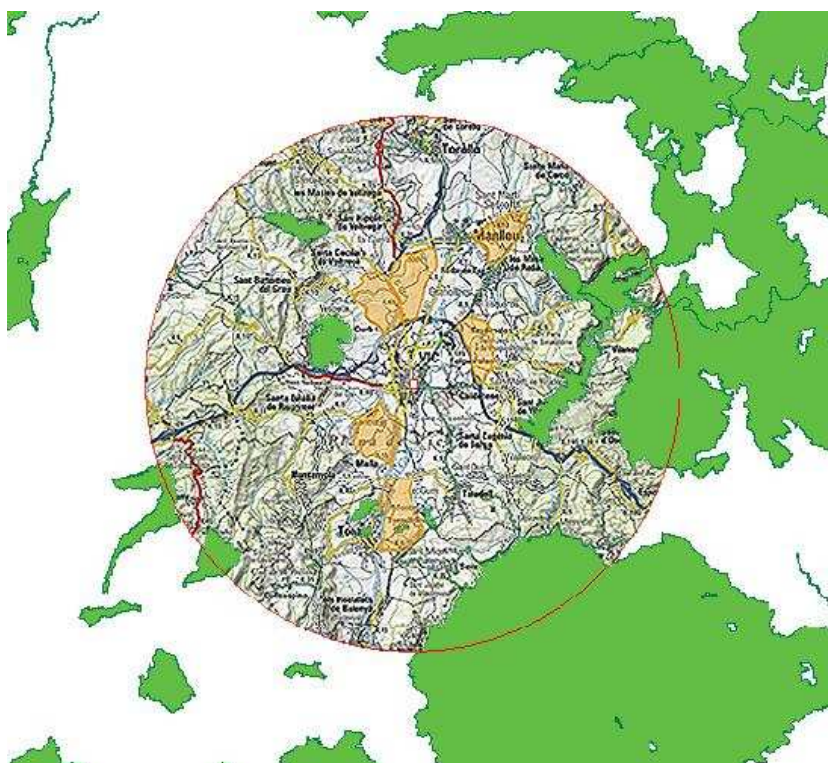
El següent pas és estudiar la ubicació dels PEIN i els espais de la Xarxa Natura 2000, regulats pel Decret 328/1992, de 14 de desembre, (veure[19]). Segons l'Annex 2 de l'esmentat decret, cal "sotmetre a una avaluació prèvia d'impacte ambiental en tot el territori de Catalunya els aeroports amb pistes d'envol i aterratge d'una longitud igual o superior a 2100 metres". En cas que l'obra inclogués un espai del PEIN, l'Annex 3 obliga a avaluar l'impacte ambiental en tota mena d'aeroports, sense importar la longitud de la pista. A la següent imatge es poden veure (en verd) els espais protegits de Catalunya inclosos al PEIN i la Xarxa Natura 2000.



Font: Generalitat de Catalunya

**Fig. 3.7** Espais d'Interès Naturals i de la Xarxa Natura 2000

Si es centra la imatge a Vic i es superposen les àrees seleccionades per a comprovar si les àrees prèviament escollides estan incloses o són properes a algun espai natural protegit, s'obté la següent imatge.



Font: Generalitat de Catalunya

**Fig. 3.8** Espais protegits de la Plana de Vic

Exceptuant la zona número 1, la resta de les àrees seleccionades no formen part de cap àrea protegida. Pel que respecta a la número 1, inclou dins seu part de l'espai dels Turons de la Plana Ausetana. Si finalment s'optés per construir l'aeroport a allà, caldria modificar-ne l'àrea per tal que aquest espai protegit no es veiés malmès.

Finalment, pel que respecta al risc de patir inundacions, cal esmentar que les sis zones seleccionades al principi d'aquest capítol contenen rieres i rierols dins de la seva àrea, a més, n'hi ha dues que estan molt pròximes al riu Ter, per aquest motiu, és convenient conèixer el risc d'inundacions de la zona.

L'Agència Catalana de l'Aigua (ACA), (veure [20]), ofereix aplicacions al seu web que permeten veure el risc d'inundabilitat i informa dels usos que poden tenir els espais adjacents als rius. Dissortadament, les aplicacions encara no estan disponibles així que no és possible comprovar el risc d'inundabilitat.

### 3.6.3 Soroll

L'últim requisit mediambiental que cal avaluar és la contaminació acústica que es generarà com a conseqüència de les operacions que es realitzaran a l'aeroport. Les infraestructures aeroportuàries generen gran quantitat de soroll que pot afectar a la salut de les persones i la seva qualitat de vida.

La protecció contra el soroll implica als diferents nivells de l'Administració: a la Generalitat li correspon l'ordenació general, mentre que els ajuntaments són els encarregats de fer actuacions en els àmbits territorials respectius.

La llei que regula el soroll és la Llei de protecció contra la contaminació acústica, (veure [21]). L'article 6 d'aquesta llei defineix com a zona de soroll a "tots aquells sectors del territori afectats per la presència d'infraestructures de transport viari, ferroviari, marítim i aeri".

L'article 12 considera que "els sectors del territori amb aquest tipus d'infraestructures construïdes a partir de l'entrada en vigor de la Llei han de ser qualificades com a zones de sensibilitat acústica moderada en les quals no es podran sobrepassar uns certs límits".

Aquests límits, definits a l'Annex 2 de la mateixa llei, es recullen a la següent taula.

**Taula 3.4.** Nivells d'immissió (en dB(A))

Zona de sensibilitat	Valors límits d'immissió		Valors d'atenció	
	Dia	Nit	Dia	Nit
Alta	60	50	65	60

Moderada	65	55	68	63
Baixa	70	60	75	70

Per les infraestructures de transport aeri, a més dels nivells d'immissió, és aplicable el nivell d'immissió màxim de soroll mitjà, que és la mitjana energètica del nivell de soroll màxim d'un nombre de sobrevols o passades.

**Taula 3.5.** Nivells d'immissió màxims (en dB(A))

Zona de sensibilitat	Valors límits d'immissió	Valors d'atenció
Alta	80	85
Moderada	85	88
Baixa	90	93

Ara que ja són coneguts els límits, caldria realitzar l'estudi d'impacte acústic de la zona amb el programa *Integrated Noise Model* (INM), però com que no es disposa d'ell, no es pot realitzar. Per aquest motiu al següent subapartat han estat incloses accions per reduir l'impacte acústic de la zona. Amb aquestes accions, sumades a que la pista estarà orientada per a evitar el sobrevol de nuclis densament poblats, s'espera que la contaminació acústica no superi els límits fixats per la llei.

### 3.6.4 Accions per a reduir l'impacte ambiental

És evident que la construcció d'un aeroport i la zonificació del seu entorn genera un impacte important al medi ambient. Reduir aquest impacte és, doncs, una part essencial en tot projecte aeroportuari. Existeixen un seguit d'accions que permeten reduir aquest impacte i que l'aeroport quedi millor integrat amb el seu entorn recollides al llibre *Ingeniería aeroportuaria*, (veure [22]). Tot seguit es presenten algunes de les solucions proposades al llibre.

Sobre les afeccions a la fauna, es recomana el trasllat de les colònies cap a zones on els animals no perjudiquin les activitats de l'aeroport. Una possible acció per a reduir l'impacte a la flora és el trasplantament de les espècies o la reforestació de zones allunyades de les superfícies de seguretat. També cal evitar el vessament de líquids contaminants al sòl perquè aquests podrien contaminar els aqüífers subterranis.

Però possiblement les accions més importants que es poden dur a terme són les orientades a reduir l'impacte acústic. Una de les solucions més interessants és que durant l'aproximació s'incrementi l'angle de descens fins arribar a l'àrea final, a on s'usaria l'angle de descens típic. També es proposa limitacions o prohibicions de vols en horaris nocturns i la plantació d'arbres i arbustos per a usar-los com a pantalles vegetals de soroll.



En el cas que a l'aeroport també hi operés l'aviació general de tipus privat i esportiu, seria interessant que es disposés d'un número de telèfon gratuït a on els veïns de la zona tinguessin l'opció de trucar-hi en cas que els nivells de soroll els molestessin. D'aquesta manera, des de la torre de control es podria avisar a les avionetes de no sobrevolar determinades zones i seria possible la convivència pacífica entre l'aeroport i el seu entorn immediat. Aquesta última idea ha estat extreta dels aeroports corporatius dels EE.UU., els quals des de fa anys posen en pràctica aquest servei.

### 3.7 Avaluació definitiva

L'últim apartat d'aquest capítol consisteix en realitzar l'avaluació definitiva per tal de seleccionar l'àrea a on es construirà l'aeroport corporatiu de Barcelona.

Fins ara s'ha analitzat la climatologia, el medi natural o l'espai aeri però com que les àrees seleccionades estan situades en un radi de 15 km, els resultats no són factors determinants per a decidir quina és la millor ubicació de l'aeroport. Però n'hi ha d'altres, com poden ser les comunicacions viàries i ferroviàries, la possibilitat d'expansió o la llunyania de nuclis urbans densament poblats, que sí permeten determinar la idoneïtat de cada zona.

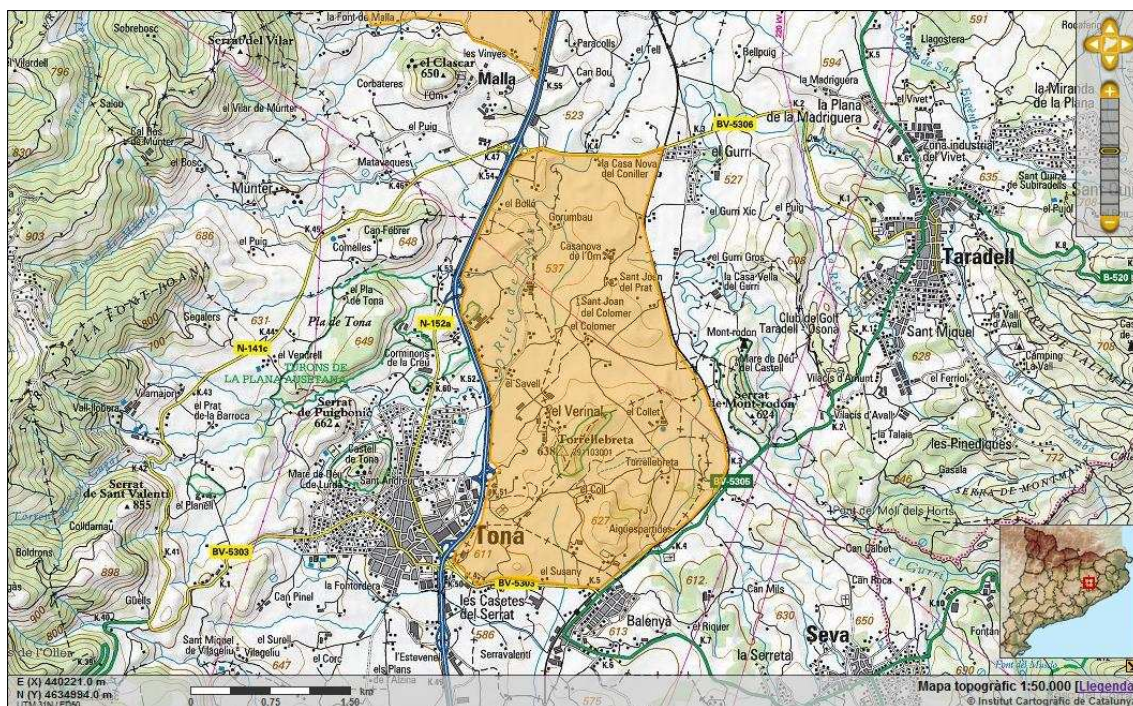
Per a fer l'avaluació definitiva s'ha elaborat una taula comparativa amb les sis zones seleccionades i els paràmetres a avaluar. En aquesta taula, es puntuen les àrees en funció de cada factor, obtenint un 1 l'àrea que menys s'ajusta al paràmetre analitzat i un 6 la que més s'hi ajusta. Acabada la classificació, es sumaran els punts obtinguts i se seleccionaran les dues àrees amb la puntuació més alta.

**Taula 3.6.** Comparació de les àrees candidates

Factor	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6
Superfície	6	4	2	3	5	1
Possibilitat d'expansió	6	3	4	1	5	2
Comunicacions viàries	6	5	2	4	3	1
Comunicacions ferroviàries	6	4	1	3	5	2
Llunyania de nuclis urbans	3	6	4	5	2	1
Proximitat a polígons industrials	6	4	5	2	3	1
Energia	4	2	6	1	3	5
Evitar obstacles	5	6	2	3	4	1
Llunyania	1	4	6	3	5	2

espais naturals						
Inundabilitat	4	6	5	3	1	2
Pendent	6	4	2	3	1	5
Altura	1	3	5	2	6	4
Proximitat a Barcelona (km)	6	5	2	4	3	1
Puntuació total	60	56	46	37	46	28

Les dues àrees que han rebut millor puntuació són la zona 1, amb 60 punts, i la zona 2, amb 56, que es poden veure amb més detall amb les següents figures.



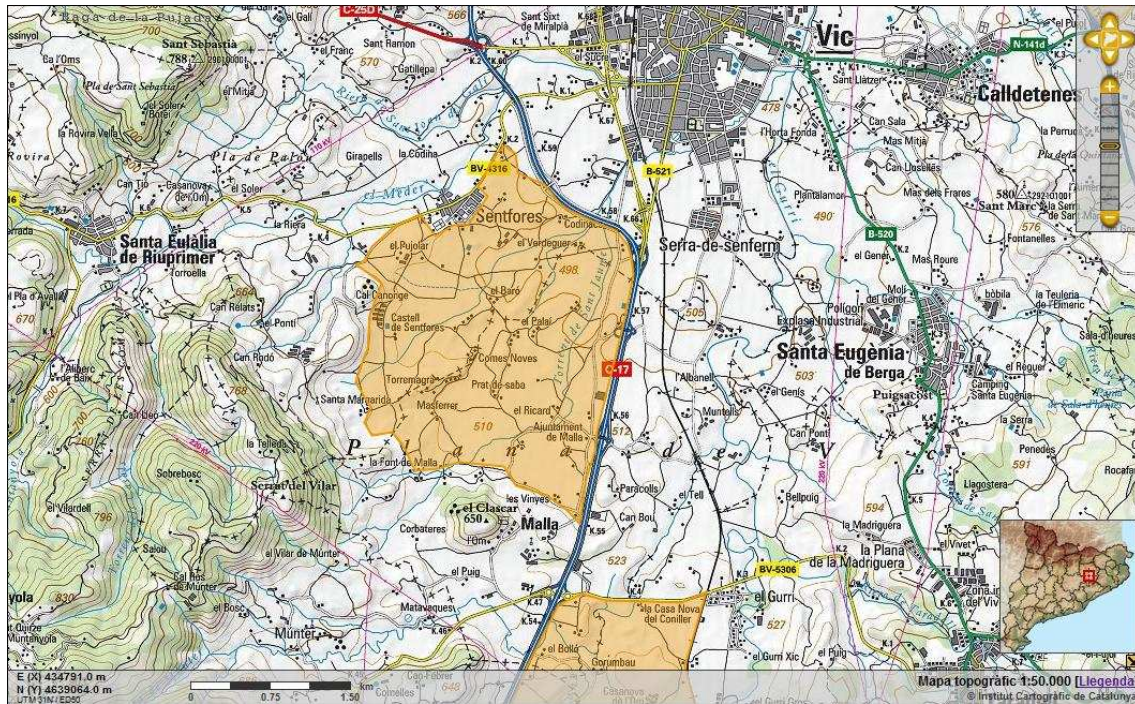
Font: ICC

**Fig. 3.9** Zona número 1

Els principals avantatges de la zona de dalt és la seva gran superfície, la facilitat d'expansió, que està ben comunicada tant per carreteres com ferroviàriament i que és la zona més propera a Barcelona.

Tanmateix, els resultats de l'estudi mediambiental mostraven que la zona número 1 incloïa en el seu terreny parts de l'espai protegit dels Turons de la Plana Ausetana i que, per tant, calia excloure'ls dels terrenys dedicats a l'aeroport. Si finalment aquesta àrea és l'escollida, es realitzarà el disseny de l'aeròdrom de tal manera que aquest espai protegit no es vegi afectat. L'altre punt en contra és la seva proximitat a Tona, que podria afectar a les operacions d'enlairament i aterratge per a minimitzar l'impacte acústic.





Font: ICC

**Fig. 3.10** Zona número 2

Els punts forts d'aquesta zona són les bones comunicacions viàries, que la pista podria estar encarada per a evitar molèsties a la ciutat de Vic i que l'aeroport no afectaria a cap espai protegit.

Tot i els avantatges, les dificultats d'expansió podrien marcar força a aquesta candidata.

Els dos paràmetres que decidiran en quina de les dues àrees es construirà l'aeroport seran la longitud de pista i la seva orientació, factors que es coneixeran en el següent capítol.

## **CAPÍTOL 4 DISSENY DE L'AEROPORT**

### **4.1 De què s'ocupa aquest capítol**

Aquesta quarta part del treball té com a objectiu concretar els paràmetres de les operacions i passatgers que tindrà l'aeroport i el disseny de les àrees que l'integren juntament amb les ajudes visuals i les superfícies que limitaran els obstacles. Per tal de realitzar-ho es seguirà principalment la normativa descrita a l'Annex 14, Volum I de l'OACI. Els dissenys es realitzaran mitjançant el programa AutoCAD i usant els mapes cartogràfics de l'ICC.

### **4.2 Dades preliminars**

#### **4.2.1 Sobre l'aeroport**

Arribat aquest punt del treball es fa necessari realitzar certes hipòtesis de caire general abans de centrar-se en els pronòstics de creixement, capacitat i altres consideracions tècniques.

En primer lloc es considera que l'aeroport iniciarà les operacions l'any 2014 així que s'haurà de fer un dimensionament d'àrees per a permetre que l'aeròdrom pugui operar correctament fins el 2020. Aquest últim any serà considerat el de disseny a curt termini.

En segon lloc es considera que un cop obert l'aeroport corporatiu, aquest absorbirà les operacions d'aviació executiva que fins ara es realitzaven a l'aeroport del Prat, a excepció de les que no tenen origen o destí a Europa o a l'arc Mediterrani, és a dir, tindrà el 98% de les operacions executives totals de Barcelona. El motiu principal d'aquesta elecció és que per a poder absorbir el 100% de les operacions caldria una longitud de pista major de la que a primer cop d'ull es disposa.

#### **4.2.2 Sobre el creixement**

Preveure el creixement que experimentarà un aeroport concret (en operacions i en nombre de passatgers) és una de les parts més complicades a l'hora de determinar les necessitats d'aquest aeroport en el futur perquè el creixement depèn de diversos factors classificats en econòmics, socials, tecnològics i polítics.

Un dels mètodes per a determinar el creixement futur és observar l'evolució que ha tingut l'aeroport en el passat. Pel cas que ens ocupa, com que és un aeroport de nova construcció no és possible observar el creixement passat, així doncs, cal realitzar el pronòstic d'una altra manera, per exemple, preguntant als experts en el sector aeronàutic.

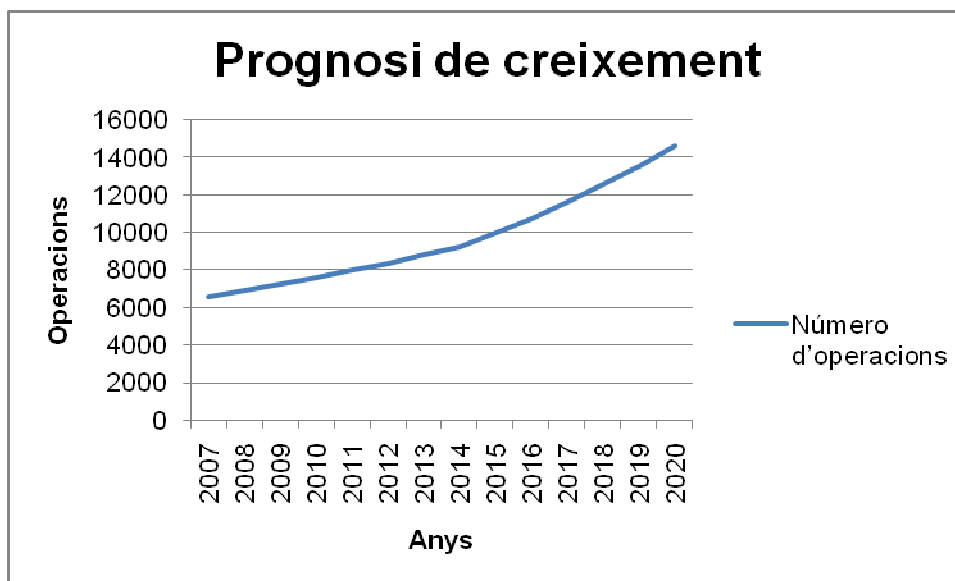
A l'enquesta enviada a les companyies d'aviació executiva es va preguntar la opinió en quant al creixement que experimentaria l'aviació de negocis durant els següents anys. La mitjana dels resultats obtinguts amb les respostes de les enquestes dona que el creixement de l'aviació serà del 5%. Tanmateix, es considera oportú considerar que un cop obert l'aeroport el seu trànsit augmentarà un 8%. La raó és que a l'aeroport del Prat l'aviació executiva no ha pogut créixer tant com el mercat ho necessitava per problemes de congestió, així doncs, un cop eliminada la restricció de creixement i amb la construcció d'un aeroport dedicat exclusivament a aquest tipus d'aviació, és força probable que el trànsit augmenti.

A la següent taula es pot veure l'evolució del trànsit previst al nou aeroport partint de les dades obtingudes al capítol 2 de l'aeroport de Barcelona, suposant un 5% de creixement anual fins el 2014, i un 8% a partir d'aquesta data, i mantenint el ràtio de 2,6 passatgers per operació.

**Taula 4.1.** Previsió d'operacions i passatgers fins l'any 2020

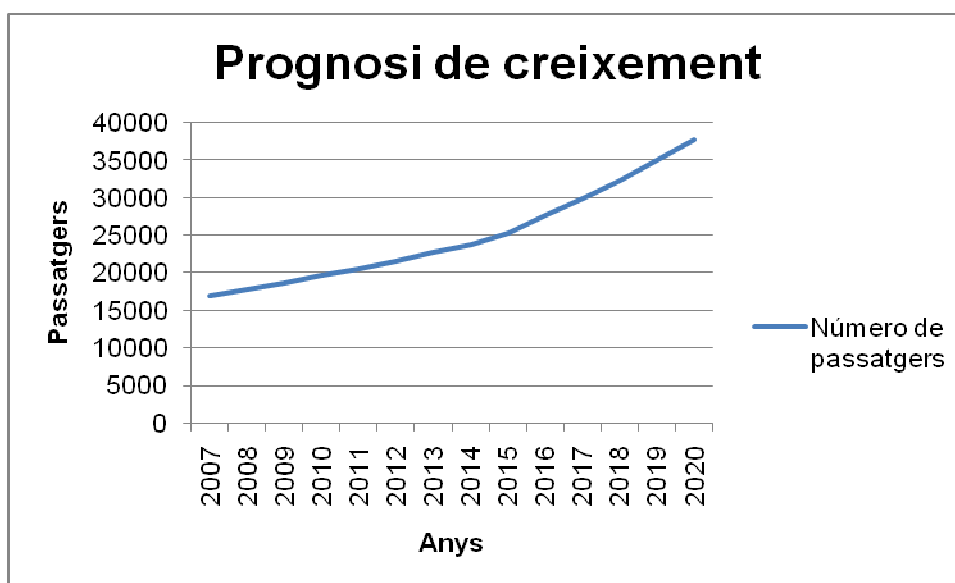
Any	Número d'operacions	Número de passatgers
2007	6540	16937
2008	6867	17784
2009	7210	18673
2010	7571	19607
2011	7949	20587
2012	8347	21616
2013	8764	22697
2014	9202	23832
2015	9938	25379
2016	10733	27798
2017	11592	30021
2018	12519	32423
2019	13521	35017
2020	14602	37818

Amb les dades anteriors s'han elaborat les següents gràfiques per a ajudar a la visualització del creixement.



Font: elaboració pròpia

**Fig. 4.1** Prognosi de creixement de les operacions



Font: elaboració pròpia

**Fig. 4.2** Prognosi de creixement dels passatgers

Evidentment el número d'operacions i de passatgers que s'han obtingut són només unes dades orientatives que ajudaran al dimensionament de les àrees que conformen un aeroport i que no tenen perquè complir-se exactament. Serà necessari, doncs, dimensionar la zona aire de l'aeroport per tal que sigui capaç d'absorbir 14602 operacions anuals i la zona terra per a acollir un total de 37818 passatgers.

### 4.2.3 Sobre l'hora punta

A l'anterior subapartat s'obtenia el número d'operacions i passatgers que hi hauria a l'any 2020, però aquesta dada per sí sola no permet fer-se una idea de com ha de ser la zona terra i la zona aire per tal de cobrir les necessitats de l'aeroport. Per a fer-ho cal introduir el concepte d'hora punta absoluta.

L'hora punta absoluta és aquella en la que es registren més operacions i on hi ha més passatgers a l'aeroport. En aquells que no són de nova planta, només cal mirar les sèries històriques mensuals i aplicar certs coeficients per a extrapolar-los a sèries horàries, amb les quals s'obtindrà l'hora punta absoluta. Coneguda aquesta dada i el creixement previst durant els pròxims anys es pot saber quines necessitats requerirà l'aeroport en el futur.

Però la planificació de la zona terra en funció de l'hora punta absoluta és antieconòmic, perquè aquesta només es produeix un cop a l'any i la resta de temps sobraria espai a la terminal, amb les despeses derivades que això comporta. Per a evitar aquest sobredimensionament s'acostuma a triar l'hora punta número 30 per a dimensionar la zona aire, això implica que durant 29 hores a l'any la terminal estarà saturada.

Com que no es disposa de sèries històriques amb les que conèixer els màxims horaris i diaris d'operacions, s'ha decidit dividir el número d'operacions i de passatgers previstos a l'any 2020 pel número de dies totals de l'any.

Amb això s'obté una mitjana de 40 operacions i 104 passatgers diaris. Si es suposa que el dia punta hi haurà un increment del trànsit del 25% respecte a la mitjana, s'obté que el dia punta hi haurà 50 operacions i 130 passatgers.

Si l'aeroport registra operacions durant 16 hores diàries, i dividim les operacions i passatgers del dia punta per aquest valor, obtenim que de mitjana hi haurà 3 operacions i 8 passatgers. És lògic pensar que hi haurà pics d'operacions durant el dia, si tornem a suposar que els pics seran del 25% respecte la mitjana diària, obtenim que a l'hora punta absoluta es registraran 4 operacions i 10 passatgers.

El següent pas seria calcular l'hora punta número 30 per a usar-la durant el dimensionament de la zona terra, però amb els resultats de passatgers obtinguts la diferència entre l'hora punta màxima i la número 30 seria irrisòria. Així doncs no es tindrà en compte i es designarà com a hora de projecte els valors de 4 operacions i 10 passatgers.

### 4.2.4 Sobre la capacitat


La capacitat d'un aeroport en quant a operacions ve condicionada pel número i configuració de les pistes, pel seu mode operatiu, per la mescla de les aeronaus i pel sistema de carrers de rodatge, entre altres. Aquest subapartat té com a objectiu l'obtenció de la capacitat de l'aeroport pel que respecta a les

pistes i l'obtenció del número de llocs d'estacionament necessaris per a atendre la demanda prevista.

Però abans de calcular la capacitat cal determinar el número de pistes necessàries i la seva configuració per tal d'atendre la demanda prevista per l'any 2020. En anteriors apartats s'ha obtingut que el número d'operacions anuals l'any 2020 seria de 14602 i 4 operacions a l'hora. Amb aquesta quantitat d'operacions només és necessària la construcció d'una sola pista.

Conegut el número de pistes, ja és possible el càlcul de la capacitat de l'aeroport. Per a fer-ho hi ha diversos mètodes, el més usat dels quals és el mètode de la *Federal Aviation Administration* (FAA) recollit en l'informe "RD-74-124", l'última actualització del qual és l'AC 150/5060-5, (veure [23]). Aquest document està format per un seguit de gràfics que permeten obtenir, en funció de la configuració de les pistes i l'índex de mescla, el nombre d'operacions per hora en VFR i IFR i la capacitat anual de l'aeroport.

A la següent figura es veu la capacitat horària i anual màxima que pot assolir un aeroport amb una sola pista en funció de l'índex de mescla.

NO.	Runway-use Configuration	Mix Index % (C+3D)	Hourly Capacity Ops/Hr		Annual Service Volume Ops/Yr
			VFR	IFR	
1.		0 to 20	98	59	230,000
		21 to 50	74	57	195,000
		51 to 80	63	56	205,000
		81 to 120	55	53	210,000
		121 to 130	51	50	240,000

Font: FAA AC 150/5060-5

**Fig. 4.3** Capacitat d'una sola pista

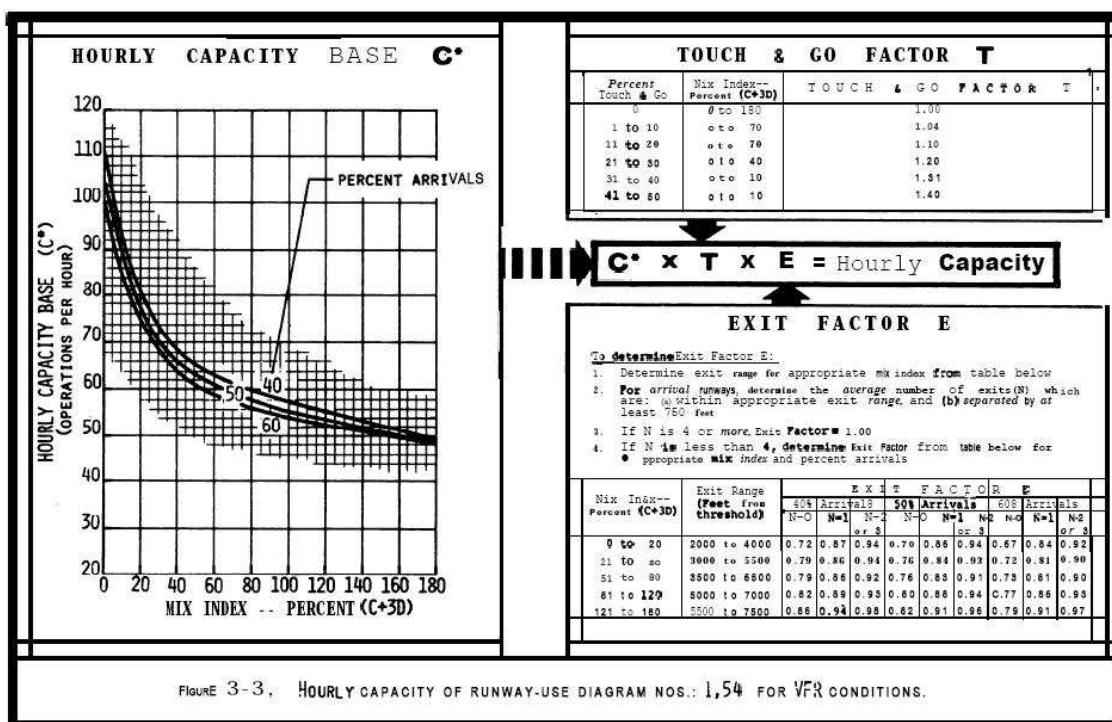
L'índex de mescla és un valor que relaciona el percentatge d'avions de clau C i els de clau D respecte als de clau A i B. La FAA classifica els avions en funció del màxim pes homologat a l'enlairament (MTOW) de l'avió, essent els de classe A i B aquells que tenen un MTOW de 5670 kg o inferior, els de classe C els que el tenen entre 5670 i 136000 kg i els D els que el tenen superior a 136000 kg. Més del 80% dels models d'avions emprats en aviació executiva són de clau C, i el percentatge restant són A i B, així doncs, l'índex de mescla es suposarà del 81%.

Segons la figura anterior, la capacitat anual màxima que tindrà l'aeroport serà de 210000 operacions i cada hora podrà haver 55 operacions VFR o 53 IFR, tot i que aquests dos últims valors són només orientatius perquè depenen d'altres factors i han de ser calculats amb les imatges que s'ofereixen a continuació.



Així doncs, per a obtenir la capacitat horària d'ús de la pista, la FAA ofereix unes altres gràfiques que la permeten calcular en funció de la configuració de les pistes, de si les operacions seran IFR o VFR, del factor de *Touch&Go* i del factor de sortida.

La següent imatge permet realitzar aquest càlcul en condicions VFR.



Font: FAA AC 150/5060-5

Fig. 4.4 Capacitat horària d'una pista en VFR

En primer lloc cal determinar la capacitat horària base, anomenada  $C^*$ , que s'obté a partir de l'índex de mescla, el qual té un valor del 81%, i el percentatge d'arribades, que suposem que serà del 50%. Mitjançant la gràfica de l'esquerra de la figura, s'obté una capacitat horària base de 58 operacions per hora.

En segon lloc s'ha de calcular el factor de *Touch&Go*, anomenat  $T$ . L'esmentat factor s'aconsegueix amb l'índex de mescla i el percentatge de les operacions que seran de *Touch&Go*, que suposem que no n'hi haurà. Així doncs, segons la taula de dalt a la dreta de la imatge, el factor  $T$  tindrà un valor de 1.

L'últim factor a calcular és el de sortida, anomenat  $E$ . Per a fer-ho es requereix l'índex de mescla, el percentatge d'arribades, el número de carrers de sortida (anomenat  $N$ ) i la distància entre ells en peus. En principi, pel baix volum d'operacions a l'hora que es preveu que tingui l'aeroport, no es planteja la necessitat de projectar carrers de sortida apart dels d'extrem de pista, per tant,  $N$  serà 1. Usant la taula de baix a la dreta, s'obté que  $E$  és 0,88.

Havent calculat la capacitat horària base, el factor de *Touch&Go* i el de sortida, només és necessari multiplicar els tres valors per a trobar la capacitat horària d'utilització de la pista, que en aquest cas és de 51 operacions a l'hora.

Aquest valor és relativament més baix que el de la capacitat horària base degut a la manca de carrers de sortida ràpida. A mesura que l'aeroport guanyi operacions esdevindrà necessària la projecció de carrers de sortida ràpida per a augmentar la capacitat d'ús de la pista. Tanmateix, amb el valor de 4 operacions durant l'hora punta la necessitat de construir carrers de sortida ràpida tardarà en aparèixer.

Per a realitzar el càlcul de la capacitat horària d'utilització de la pista en règim IFR cal usar la gràfica següent.

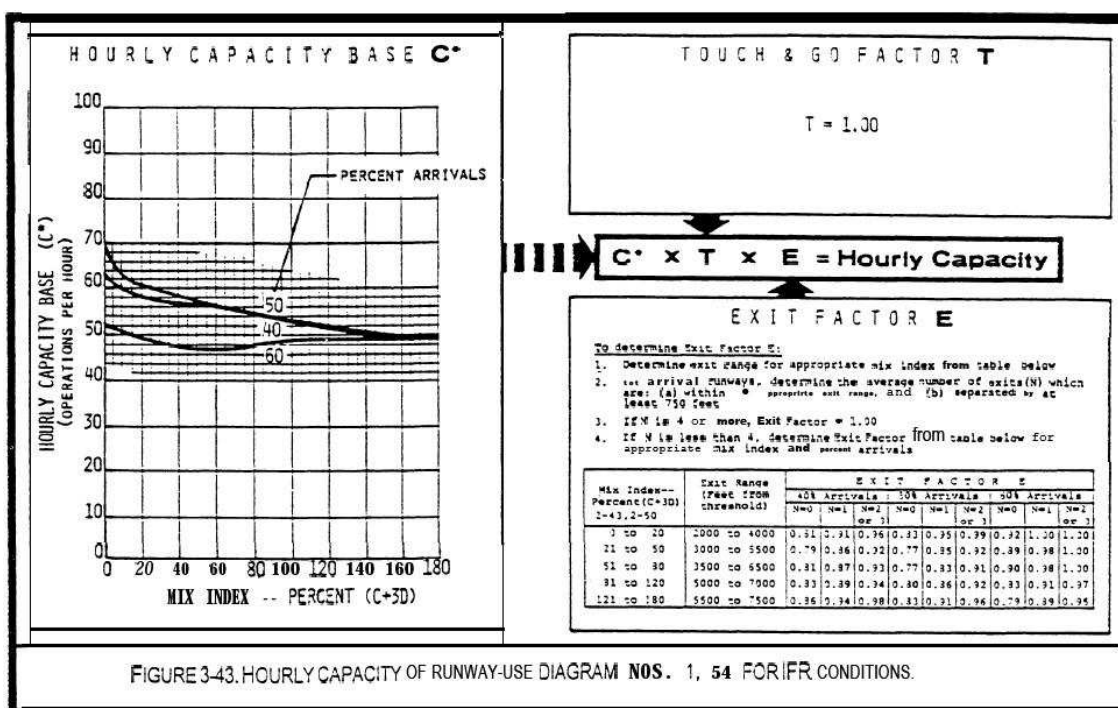


FIGURE 3-43. HOURLY CAPACITY OF RUNWAY-USE DIAGRAM NOS. 1, 54 FOR IFR CONDITIONS.

Font: FAA AC 150/5060-5

Fig. 4.5 Capacitat horària d'una pista en IFR

Mantenint les mateixes suposicions usades pel càlcul de la capacitat horària en VFR, la capacitat horària base en IFR és de 54 operacions hora, el factor de *Touch&Go* és d'1 i el factor de sortida és 0,86. Multiplicant els tres factors es determina que la capacitat horària d'utilització de pista és de 46 operacions per hora.

En últim lloc, cal determinar el número de llocs d'estacionament. Cal distingir entre els llocs que estaran ocupats durant molt de temps perquè pertanyen a alguna operadora basada a l'aeroport i els que seran usats per aeronaus en trànsit.

Segons les respostes obtingudes gràcies a les enquestes enviades a les companyies executives, CNAir, TaxiJet i PRT Aviation van manifestar el seu interès en establir la seva base principal d'operacions a l'aeroport i que realitzarien hangaratge i també activitats de manteniment.

La flota de TaxiJet està formada per onze avions Eclipse Aviation i preveuen d'aquí a cinc anys tenir-ne trenta. Aquesta companyia, amb base a Sabadell, disposa de dos hangars. CNAir té dos avions, un Cessna Citation I i un Cessna Citation II. PRT Aviation, per la seva banda, disposa d'un Cessna Citation I.

Tots aquests avions són de lletra de referència A, exceptuant el Cessna Citation II, que és B. Així doncs, caldrà catorze llocs d'estacionament adaptats a les dimensions d'aquests avions.

Determinats els llocs d'estacionament de llarga ocupació, s'ha de calcular quants llocs es reserven per les aeronaus en trànsit. Les tres companyies que volen establir-se a l'aeroport corporatiu no tenen un pes significatiu en l'aviació empresarial a nivell europeu, així doncs, cal suposar el cas més extrem, que és que de les 50 operacions del dia punta, cap serà realitzada per aquestes tres companyies.

Mantenint que el 50% de les operacions seran sortides i el 50% restant arribades, seran necessaris 25 llocs d'estacionament per les aeronaus en trànsit, les dimensions dels quals vindran determinades per l'aeronau de disseny.

#### **4.2.5 Sobre el camp de vol**

A l'anterior capítol s'arribà a la conclusió que de les sis zones inicialment seleccionades n'hi havia dues que eren especialment idònies per a ubicar-hi l'aeroport corporatiu. El paràmetre que decideix quina de les dues serà l'escollida és el relatiu a longitud de pista; interessa que sigui el més llarga possible, per així poder permetre als avions que requereixen un camp de vol elevat enlairar-se i aterrar sense restriccions, i que estigui orientada de tal manera que no sobrevoli ni nuclis urbans densament poblats i eviti els obstacles orogràfics.

Degut a les condicions meteorològiques de la zona s'ha cregut convenient que l'aeroport permetés els aterratges per instruments, això suposa que a l'extrem de la pista destinada a l'aterratge hi haurà d'haver una distància de 900 metres per a instal·lar-hi les llums pertinents. Hi ha dues opcions, o que la pista pugui ser usada en ambdues direccions tant per l'enlairament com per l'aterratge (amb la qual cosa es requeriria 900 metres de marge a cada extrem de pista) o que es limiti només a una direcció l'aterratge (així que només seria necessari deixar 900 metres de marge en una direcció).

Mitjançant la longitud de la pista que pot haver a les zones triades al final del capítol 3 es pot determinar quins avions podran operar a l'aeroport, però a

aquesta longitud de pista cal realitzar-hi una correcció, perquè la longitud de camp de referència d'un avió (TOFL) és la longitud de camp mínima necessària per a l'enlairament amb el pes màxim homologat d'enlairament a nivell del mar, a una temperatura de 15°C, sense vent i amb pendent de pista 0. Com que la Plana de Vic difereix en la definició tant en alçada, temperatura com en pendent, caldrà corregir les longituds de pista reals per a convertir-les en dades estàndard i així comparar aquesta amb els camps de referència dels avions.

A la longitud trobada caldrà aplicar una correcció per pendent efectiva no nul·la (sempre i quant la longitud bàsica d'enlairament i d'aterratge sigui igual a 900 m o superior) a raó d'un 10% per cada 1% de pendent. La distància resultant haurà de ser disminuïda a raó d'un 1% per cada °C que la temperatura de referència excedeixi de la temperatura que correspondria per aquella elevació.

Finalment, caldrà disminuir la longitud anterior a raó de 0,07/300 per cada metre que l'elevació de l'aeròdrom superi l'elevació a nivell del mar. L'elevació de l'aeròdrom es considera com a l'elevació del punt de referència d'aquest, que està ubicat en el centre geomètric de l'àrea inicialment prevista per a construir l'aeroport.

A les següents taules es mostren els valors de la longitud, l'altura de l'aeròdrom (h), la diferència entre la temperatura de referència i la que li correspondria per l'elevació (T) i la diferència en metres entre el punt més alt de la pista i el punt més baix. A més, també es mostren els factors de correcció pels quals haurà de ser dividida la longitud inicialment trobada (primer es dividirà per la correcció de pendent, després el valor resultant pel factor de temperatura i finalment pel d'alçada) i la longitud de camp de referència (LCR), que és el camp de vol en condicions estàndard.

**Taula 4.2.** Correcció de la longitud de pista destinant una sola direcció de la pista per l'aterratge amb instruments

Zona	Longitud inicial	Pendent	Correc. pendent	Variació T	Correc. T	h	Correc. h	LCR
1	1523 m	15,1 m	1,10	19,50 °C	1,19	538,5 m	1,13	1029 m
2	1545 m	12,7 m	1,08	19,23 °C	1,19	503 m	1,12	1073 m

**Taula 4.3.** Correcció de la longitud de pista destinant ambdues direccions per l'aterratge amb instruments

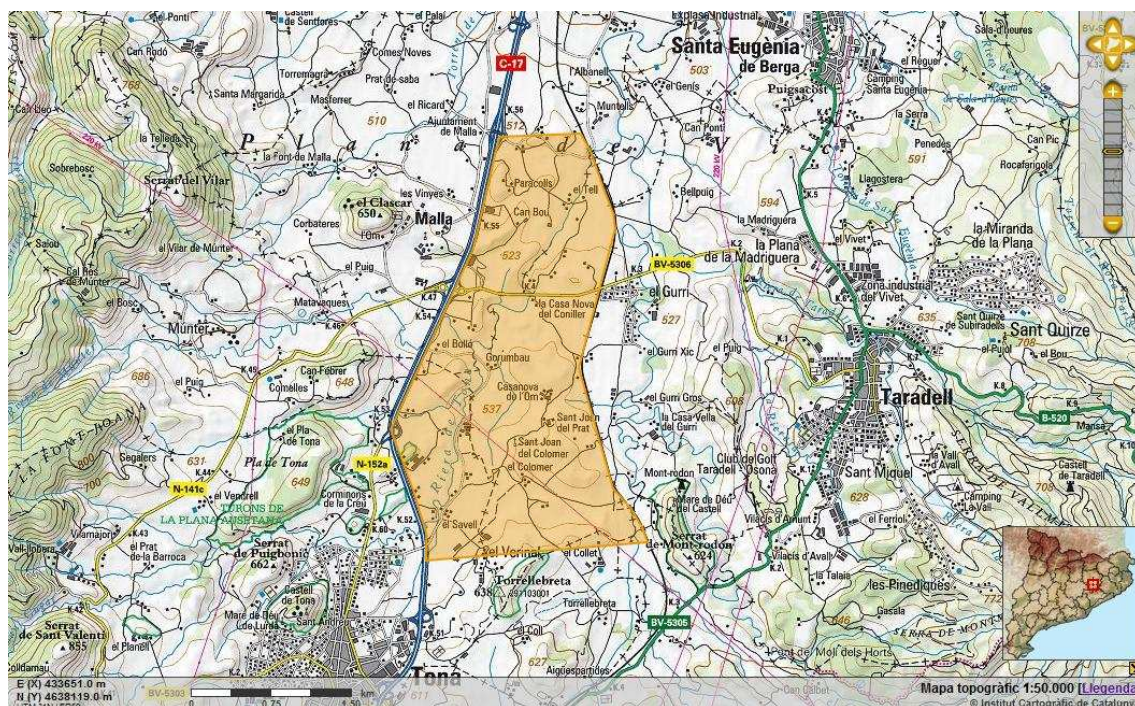
Zona	Longitud inicial	Pendent	Correc. pendent	Variació T	Correc. T	h	Correc. h	LCR
1	923 m	15,1 m	1,16	19,50 °C	1,19	538,5 m	1,13	592 m
2	945 m	12,7 m	1,13	19,23 °C	1,19	503 m	1,12	627 m

Queda palès que només es pot destinar una direcció a l'enlairament i una a l'aterratge si no es volen limitar les operacions a l'aeroport. No obstant això, encara queda una solució a aplicar: l'ampliació de les àrees en direcció als extrems de pista per a aconseguir un camp de vol més llarg.

L'ampliació de la zona número 1 seria en direcció Nord i només caldria desplaçar la BV-5306. Aquest moviment de la carretera tindria dos avantatges importants: en primer lloc s'allunyaria l'activitat aeronàutica tant del PEIN com de la població de Tona i, en segon lloc, permetria un augment considerable del camp de vol.

L'ampliació de la zona número 2 seria més complicada perquè al Nord hi ha la població de Sentfores i per a ampliar la pista en direcció Sud caldria desplaçar la C-17.

Degut a la dificultat d'ampliar la zona número 2, es descarta aquesta àrea i es modifica la número 1 per a augmentar el camp de vol disponible. A la següent imatge es mostra la nova àrea a on s'ubicarà l'aeroport corporatiu.



Font: ICC

**Fig. 4.6** Àrea modificada

Amb el canvi d'àrea s'obté un altre centre geomètric amb una altura de 540,5 metres. Deixant un marge de 975 metres a cada extrem de pista i vigilant que la ruta d'enlairament i d'aterratge minimitzi el sobrevol per poblacions, s'aconsegueix una pista de 2291 m i una orientació de  $17^{\circ}$  i  $197^{\circ}$  (respecte el

Nord Geogràfic), que convertida al Nord Magnètic esdevé  $16,75^\circ$  i  $196,75^\circ$ . Per a fer aquests càlculs s'ha usat el web del *National Geophysical Data Center* (NGDC), (veure [24]).

Seguint la conversió d'orientacions explicada a l'Annex 14, la pista  $16,75^\circ$  s'anomenarà 02 i la  $196,75^\circ$  serà la 20.

Aquesta orientació de pista passa per sobre d'un turó que no està inclòs en l'espai protegit dels Turons de la Plana Ausetana. Si no el tenim en compte per a fer el càlcul dels pendents, s'obté que la pista té 29 metres de diferència entre el seu punt més alt i el més baix. Amb una longitud de pista de 2291 m, el pendent en percentatge equival al 1,27%.

Però la normativa indica que les pistes dels aeroports de clau de referència C (els que tenen una longitud de camp de referència entre 1200 i 1800 metres en condicions estàndard), poden admetre un pendent de fins a un 1%, que en aquest cas equival a 23 metres de desnivell màxim. Així doncs, s'imposa que a la capçalera de pista 02 l'alçada sigui de 547 metres i que a la 20 l'alçada sigui de 524 m.

**Taula 4.4.** Correcció de la longitud de pista amb 975 m de marge a cada extrem de pista

Longitud inicial	Pendent	Correc. pendent	Variació T	Correc. T	h	Correc. h	LCR
2291 m	23 m	1,1	$19,50^\circ\text{C}$	1,19	540,5 m	1,13	1549 m

Dividint la longitud inicial pel factor de pendent, després pel factor de temperatura i finalment pel d'alçada, el resultat és un camp de vol disponible de 1549 metres en condicions estàndard (tot i que aquest podrà ser major si el pendent de la pista es redueix).

#### 4.2.6 Sobre l'avió de disseny

Per a realitzar aquest apartat es disposa d'un llistat d'avions usats per l'aviació executiva de la revista *Business & Commercial Aviation* (veure [25]) juntament amb el llistat dels avions que tenen les companyies d'aerotaxi espanyoles. D'aquesta taula s'obtindrà l'avió de disseny però abans cal imposar certs criteris per a trobar l'avió adient. El primer requisit és que la distància d'enlairament de l'avió en condicions estàndard no superi la longitud de pista màxima que s'ha obtingut anteriorment, de 1549 m, el segon requisit és que el rang de l'avió superi la distància màxima a què es va operar des de Barcelona, que fou de 3195 km. D'aquesta llista restant, s'exclouen aquells models que les companyies espanyoles no disposen.



A la següent taula es mostren els avions que compleixen tots els requisits amb la seva corresponent amplada i camp de vol (TOFL) en metres, degut a que són els factors que condicionen el disseny de les àrees d'un aeroport.

**Taula 4.5.** Avions executius classificats segons l'amplada (les dades en metres)

Constructor	Model	Amplada	TOFL
Hawker Beechcraft	Hawker 750	15,64	1431
Hawker Beechcraft	Hawker 900XP	16,55	1513
Hawker Beechcraft	Hawker 850XP	16,55	1534
Gulfstream Aerospace	G150	16,95	1528
Cessna	Citation Sovereign CE-680	19,29	1109
Dassault	Falcon 900DX	19,32	1490
Dassault	Falcon 900 C	19,33	1504
Bombardier	Challenger 300	19,45	1466
Gulfstream Aerospace	G350 GIV-X	23,71	1539
Bombardier	Global 5000	28,65	1524

De la taula anterior s'obté que l'avió més restrictiu és el Bombardier Global 5000, així doncs, aquest serà l'avió de disseny. A continuació es presenten les seves característiques principals, extretes del web de Bombardier, (veure [26]).

**Taula 4.6.** Característiques del Global 5000

Tripulació	2-3
Passatgers en configuració business	8
Passatgers màxims	17
Amplada	28,65 m
Llargada	29,5 m
Alçada	7,77 m
MTOW	39780 kg
Rang	9630 km
Distància d'enlairament	1524 m

Aquest avió, a més, compleix les expectatives en quant al rang màxim que s'espera que tingui l'aeroport, que és de 3195 km.

Com que la seva amplada és inferior a 36 m i la seva longitud de camp de referència està entre 1200 i 1800 metres la clau de referència de l'aeròdrom serà 3C i tenint en compte l'amplada i la llargada de l'avió, els llocs d'estacionament per les aeronaus en trànsit seran de tipus VIII, els quals tenen una forma rectangular amb una amplada de 37 metres i una llargada de 34,5 m.

Cal comentar que els avions de tipus C que tenen un TOFL en condicions de MTOW superior a la distància de la pista de l'aeroport i que per tant, no apareixen a la taula anterior, no significa que no puguin operar a l'aeroport, simplement hi haurà una penalització en el pes durant l'enlairament. Tanmateix, l'aviació executiva no es caracteritza per operar en MTOW. A la següent taula apareixen els avions de tipus C el TOFL dels quals supera en un 10% la distància disponible de pista en condicions estàndard.

**Taula 4.7.** Avions executius amb TOFL superior a 1549 metres classificats segons l'amplada (les dades en metres)

Constructor	Model	Amplada	TOFL
Bombardier	Learjet 60XR Model 60	13,4	1661
Hawker Beechcraft	Hawker 4000	18,8	1576
Dassault	Falcon 900EX	19,3	1589
Dassault	Falcon 2000DX	19,3	1615
Dassault	Falcon 2000EX	19,3	1702
Cessna	Citation X CE-750	19,5	1567
Embraer	Legacy Shuttle EMB-135LR	20,1	1661
Embraer	Legacy 600 EMB-135BJ	21,2	1692
Bombardier	Challenger 870 CS	23,3	1695
Gulfstream Aerospace	G450 GIV-X	23,7	1661
Dassault	Falcon 7X	26,2	1693
Gulfstream Aerospace	G500 GV-SP	28,5	1570

#### 4.2.7 Sobre la categoria dels ILS

L'aeroport ha d'estar equipat amb els instruments necessaris per tal de permetre les operacions en condicions de vol visual i també en condicions de vol per instruments. Aquest últim és un requisit indispensable en dies de boira, la qual està present el 29% dels dies de l'any a la Plana de Vic.

Existeixen diverses categories de sistemes d'aterratge per instruments (ILS), cadascuna d'elles té una altura de decisió a partir de la qual ha d'haver una visibilitat determinada, en cas contrari, no es pot aterrar en condicions de seguretat:

- Categoria I: L'altura de decisió és de 61 metres i s'ha de tenir o una visibilitat de mínim 800 metres o un rang visual de pista no menor a 550 m.
- Categoria II: L'altura de decisió està entre els 30 metres i els 61 i un rang visual de com a mínim 300 m.
- Categoria III: subdividida en tres subcategories:
  - Categoria III A: L'altura de decisió és menor a 30 metres i cal un rang visual mínim de 200 m.



- Categoria III B: L'altura de decisió és menor a 15 metres i cal un rang visual entre 50 i 200 m.
- Categoria III C: A 0 metres d'altura pot haver un rang visual de 0 m.

Com que els vents majoritaris són de component sud, les aproximacions i els aterratges acostumaran a ser per la pista 20. Donades les característiques de l'aeroport, i per a no cometre un sobredimensionament innecessari, es creu convenient que els ILS siguin de Categoria I i que aquest sistema només sigui instal·lat a l'extrem de la pista més usada per aterratges.

### 4.3 Superfícies Limitadores d'Obstacles

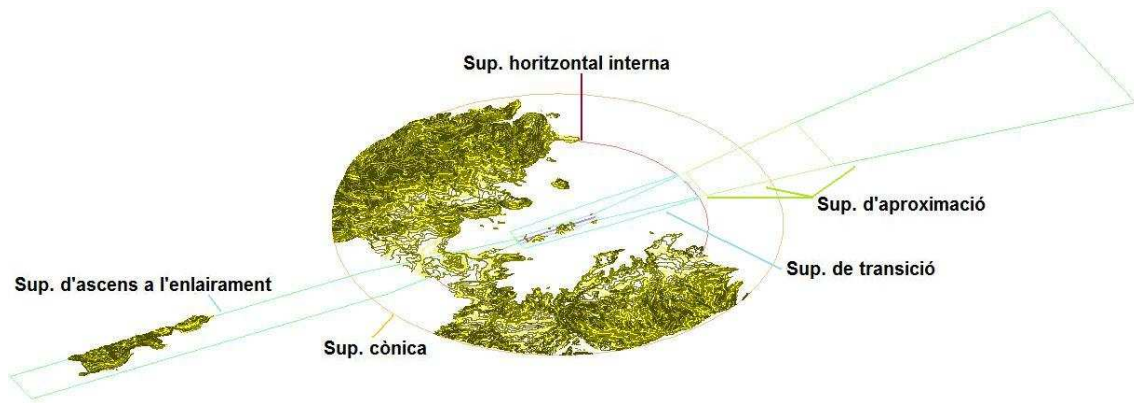
Les operacions d'aterratge i d'enlairament són especialment perilloses pels obstacles presents a l'entorn proper a l'aeroport. Per aquest motiu cal definir unes superfícies per tal de garantir la seguretat de les operacions. Això s'aconsegueix mitjançant les Superfícies Limitadores d'Obstacles (SLO).

Tots els obstacles que les sobrepassin hauran de ser eliminats sempre que sigui possible a no ser que després d'un estudi aeronàutic es determini que l'obstacle no compromet la seguretat ni afectarà de forma important a les operacions.

El capítol 4 del primer volum de l'Annex 14, descriu totes les SLO que ha d'incloure l'aeroport. Com que aquest és de categoria 3 i tindrà operacions de precisió de Categoria I, ha d'incloure obligatòriament les següents superfícies:

- Superfície cònica
- Superfície horitzontal interna
- Superfície d'aproximació
- Superfície de transició
- Superfície d'ascens a l'enlairament

S'han dissenyat les SLO seguint la normativa descrita al capítol 4 de l'Annex 14, Volum I i, mitjançant els mapes cartogràfics de l'ICC, ha estat possible seleccionar tots els obstacles que penetraven les àrees, tal i com es mostra a la següent figura.



*Font: elaboració pròpia*  
**Fig. 4.7** SLO i obstacles orogràfics

Exceptuant la superfície d'aproximació, la resta de superfícies són penetrades en menor o major mesura pels obstacles del terreny. Evidentment no poden ser eliminats tal i com recomana l'Annex 14, així doncs, caldrà realitzar un estudi aeronàutic el qual determinarà si aquests obstacles comprometen o no la seguretat de les operacions.

Pel que respecta a la superfície d'ascens a l'enlairament, es fa necessari el disseny d'una nova superfície que limiti els obstacles mitjançant els ILS bàsics.

#### 4.4 ILS bàsics

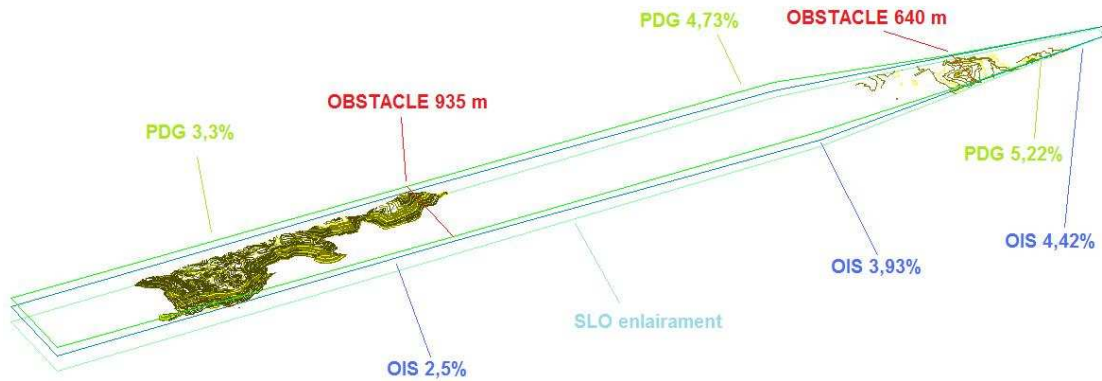
Quan les SLO d'aproximació i d'ascens són penetrades per obstacles que no poden ser eliminats, es dissenyen unes superfícies anomenades ILS bàsics, les quals tenen un pendent més pronunciat. Per a realitzar aquest disseny cal seguir el Volum 2 del Document 8168, de l'OACI (veure [27]).

Com que només hi ha obstacles durant l'enlairament, cal dissenyar dos ILS bàsics, l'OIS (*Obstacle Identifier Surface*), que comença a 5 metres per sobre del final de pista i té un pendent del 2,5%, i el PDG (*Procedure Design Gradient*), que també comença a 5 metres per sobre del final de pista i té el pendent de l'OIS més un 0,8%, en total, 3,3%. Si amb aquest pendent els obstacles penetren a l'OIS, cal augmentar aquest fins que es superin els obstacles. Un cop passats, es redueix l'OIS fins al 2,5%.

Els obstacles més perillosos (per la seva alçada) estan ubicats a 1990,5 metres després de la pista i a 9498 m, amb una alçada de 640 i 935 metres respectivament.

Per tal de superar-los en altura, el pendent de l'OIS entre la pista i el primer obstacle ha de ser del 4,42%, i entre aquest i el segon obstacle, del 3,93%. Durant el tram final de l'enlairament, el pendent torna a ser del 2,5%.

Aplicant un augment del 0,8% al pendent de l'OIS, s'obté un 5,52% de pendent del PDG durant el primer tram, del 4,73% durant el segon tram, i del 3,3% el tros final. A continuació hi ha la figura que mostra els ILS bàsics dissenyats.



Font: elaboració pròpia  
**Fig. 4.8** ILS bàsics a l'enlairament

## 4.5 Característiques físiques

El disseny de les àrees físiques d'un aeroport es divideix en dues parts: el corresponent a la zona aire i el de la zona terra.

Per a realitzar aquest disseny s'ha seguit principalment el capítol 3 de l'Annex 14, Volum I. Tot i que a aquest capítol està escrita tota la normativa respecte a les característiques físiques de l'aeròdrom, també s'ha usat el *Manual de diseño de aeródromos, Parte 1* i *Parte 2*, (veure [28] i [29] respectivament) perquè ofereixen una ampliació en el tema de les pistes, carrers de rodatge i plataforma, principalment.

Per a facilitar els càlculs durant el disseny i a l'espera que es realitzin els estudis de moviments de terres, es pressuposarà que l'alçada de l'aeròdrom es mantindrà constant i que serà equivalent a l'alçada de referència de l'aeròdrom, és a dir, 540,5 metres. (tot i que les capçaleres de pista ja ha estat imposada l'alçada i així es farà constar als plànols).

### 4.5.1 Zona aire

La següent taula mostra les àrees físiques que conformen la zona aire de l'aeroport corporatiu juntament amb les seves característiques més importants.

**Taula 4.8.** Característiques de les parts que integren la zona aire (l'amplada i la llargada en metres)

Nom	Amplada	Llargada	Categoria	Quantitat
Pista	30	2291	3 C	1
Franja de pista	300	2411	-	1
Àrea de seguretat d'extrem de pista	60	240	-	2
Àrea de funcionament de radioaltímetre	120	300	-	1
Carrer de rodatge	18	-	C	1
Carrer de sortida	18	-	C	2
Carrer de rodatge a plataforma	18	-	C	1
Carrer d'accés a lloc d'estacionament	18	-	C	6
Franja de carrer de rodatge	52	-	-	1
Franja de carrer de sortida	52	-	-	2
Franja de carrer de rodatge a plataforma	52	-	-	
Punt d'espera a pista	18	-	-	2
Plataforma	500,5	361	-	1
Lloc d'estacionament	34,5	37	VIII	25
	17,5	15	Eclipse Aviation 500	11
	18	20	Cessna Citation I	2
	19,5	21	Cessna Citation II	1
Lloc d'estacionament aïllat	34,5	37	VIII	1
Vials	8	-	-	6
Torre de control	7	7	-	1

Una altra dada remarcable és la distància entre les diferents parts, que ve imposada per la normativa per tal de garantir uns mínims de seguretat mentre els avions realitzen el rodatge. L'Annex 14 estableix diferents distàncies de separació segons la categoria de la pista i dels carrers de rodatge. Les dades mostrades a continuació es refereixen a distàncies entre elements de categoria C, a no ser que es digui el contrari.

**Taula 4.9.** Distàncies mínimes (en metres)

Tipus	Distància
Eix pista i eix carrer de rodatge	168
Eix carrer de rodatge i eix carrer de rodatge	44
Eix carrer de rodatge que no sigui d'accés a lloc d'estacionament i un objecte	26
Eix carrer d'accés a lloc d'estacionament i un objecte	24,5
Llocs d'estacionament d'aeronaus A i un objecte	3
Llocs d'estacionament d'aeronaus B i un objecte	3
Llocs d'estacionament d'aeronaus C i un objecte	4,5

#### 4.5.2 Zona terra

Aquesta part de l'aeroport està formada per l'edifici terminal, la zona de pàrking i els accessos. La terminal té una superfície de 200 metres quadrats i el pàrking té una capacitat per 60 cotxes.

Pel que respecta als accessos, de moment només seran viaris. Tanmateix, recentment han estat aprovats els pressupostos pel desdoblament de la via del tren de la línia Barcelona-Vic, explotada per RENFE. Seria interessant aprofitar aquestes obres per a construir una estació de tren que permetés una connexió ferroviària entre Barcelona i l'aeroport, tot i que el perfil de l'usuari de l'aviació d'aerotaxi no acostuma a inclinar-se per aquest mitjà de transport.

Finalment, les enquestes enviades als operadors espanyols d'aerotaxi, mostraven que el 75% d'ells considerava necessària la construcció d'un heliport. El motiu principal d'aquesta resposta és que tant la Fira de Barcelona, com el Circuit de Catalunya i l'hotel Rei Juan Carlos I de Barcelona, possibles destinacions dels usuaris del nou aeroport, disposen d'heliport. Aquest nou accés a l'aeroport haurà de ser tingut en compte un cop aquest es consolidi.

## 4.6 Ajudes visuals

Les ajudes visuals per a la navegació són usades per a donar informació al pilot sobre l'aeroport. Aquestes ajudes informen sobre l'eix de la pista, els seus marges, els carrers de rodatge, llocs d'estacionament... Segons el capítol 5 de l'Annex 14, aquestes ajudes es divideixen entre indicadors i dispositius de senyalització, senyals, llums, panells i balises. De tots els elements que integren les ajudes visuals s'ha cregut convenient que l'aeroport disposi de les següents:

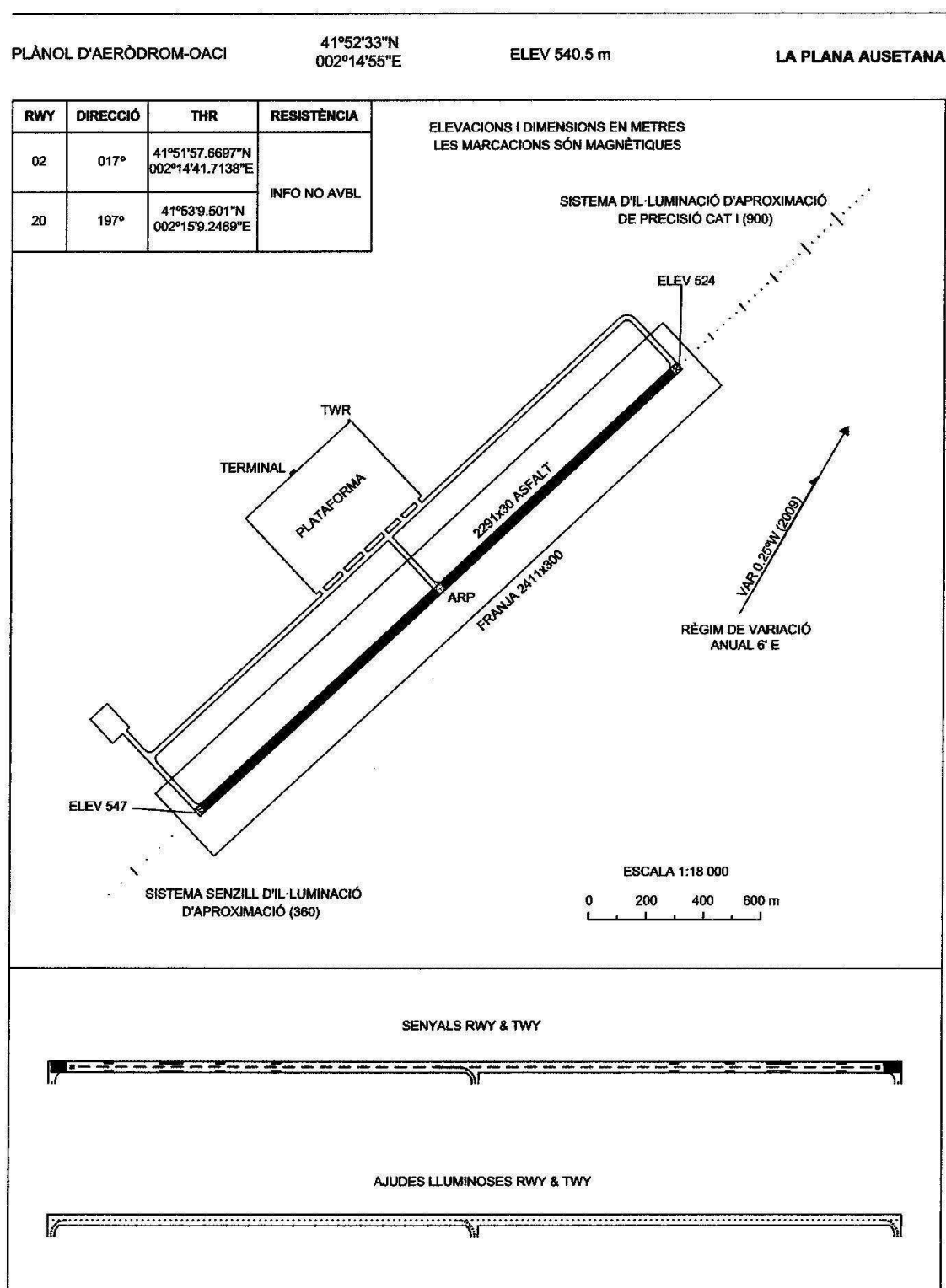
- Indicador de la direcció del vent.
- Làmpada de senyals.
- Senyal designadora de pista.
- Senyal d'eix de pista.
- Senyal de la capçalera de pista.
- Senyal de punt de visada.
- Senyal de zona de presa de contacte.
- Senyal de faixa lateral de pista.
- Senyal d'eix de carrer de rodatge.
- Senyal de punt d'espera de la pista.
- Senyal de punt de verificació del VOR a l'aeròdrom.
- Senyals de lloc d'estacionament d'aeronaus.
- Far aeronàutic.
- Sistema d'il·luminació d'aproximació.
- Llums de vora de pista.
- Llums de capçalera de pista.
- Llums d'extrem de pista.
- Llums d'eix de pista.
- Llums d'eix de carrer de rodatge.
- Llums de vora de carrer de rodatge.
- Il·luminació de plataforma amb projectors.
- Llums de guia per a les maniobres en els llocs d'estacionament d'aeronaus.
- Panells amb instruccions obligatòries.
- Panells d'informació.

## 4.7 Plànol d'aeròdrom

Les característiques físiques, les ajudes visuals per a la navegació i l'entorn de l'aeroport es presenten en forma de mapa per tal que els diferents actors aeroportuaris coneguin els atributs dels aeroports on operen de manera senzilla. L'OACI, mitjançant l'Annex 4 (veure [30]) estableix tots els mapes que ha de disposar un aeròdrom.

El plànol d'aeròdrom és un dels més importants perquè permet la visualització en un mateix full de l'aeroport i les ajudes visuals de la pista. Per aquest motiu

s'ha cregut convenient incloure'l com a punt i final del present treball. En quant a la resta de plànols realitzats, s'han inclòs a l'annex número 4 del treball.



Font: elaboració pròpia

Fig. 4.9 Plànol de l'aeroport corporatiu de Barcelona

## CONCLUSIONS

Quan vaig començar a plantejar-me la temàtica del meu treball de fi de carrera tenia clar que aquest hauria de complir certs criteris: en primer lloc, que el tema escollit fos d'actualitat i, en segon lloc, que el treball es pogués utilitzar en un futur. Per aquelles dates, la ubicació del nou aeroport corporatiu de Barcelona va començar a ser un tema de moda perquè des del 2003 la Generalitat de Catalunya havia manifestat el seu interès en construir-lo, però encara no havia proposat cap emplaçament. Així doncs, en veure que el tema era d'actualitat i que, en el cas que complís l'objectiu de trobar una bona ubicació on construir l'aeroport, el treball podria esdevenir una realitat, vaig decidir que el meu TFC tractaria sobre la ubicació, la planificació i el disseny de l'aeroport corporatiu de Barcelona.

Les primeres setmanes les vaig dedicar a documentar-me sobre els aeroports corporatius d'altres països i sobre la normativa que hauria d'aplicar per a realitzar el treball, i a buscar dades sobre l'aviació executiva a Espanya. El primer problema amb què vaig topar va ser la falta de dades amb les que començar a treballar i per això vaig decidir que per a obtenir-les, el millor era consultar als experts en aviació executiva, i qui millor que els propis operadors espanyols. Lamentablement, el qüestionari que vaig enviar va ser respòs per poques companyies, tot i que les respostes donades han estat de gran ajuda.

Tot i que quan vaig iniciar el treball tenia la idea de buscar la ubicació de l'aeroport per tota la província de Barcelona, el meu tutor del TFC, el sr. Galán, em va indicar que seria interessant centrar el treball només a la comarca d'Osona. Després de realitzar tots els estudis explicats al capítol 3 i quedar-me amb dues àrees, em vaig adonar que en cap de les dues s'hi podria construir una pista gaire llarga. Afortunadament aquest petit problema va ser solucionat modificant l'àrea d'una d'elles.

Arribat aquest punt del treball les enquestes enviades als operadors d'aviació executiva van resultar imprescindibles per a començar la planificació. Temes com el creixement del trànsit de l'aviació executiva o el número de llocs d'estacionament s'han obtingut gràcies a elles. Feta la planificació, amb l'ajuda dels plànols cartogràfics de l'ICC, l'Annex 14 de l'OACI i l'AutoCAD, el disseny de l'aeroport va ser realitzat.

Crec que els objectius inicialment plantejats han estat complerts: d'una banda, s'ha trobat una ubicació de l'aeroport corporatiu (que ha resultat ser la mateixa que la proposada per l'estudi de viabilitat encarregat pel Consell Comarcal d'Osona) i, de l'altra, s'ha realitzat una planificació i un disseny seguint la normativa establerta. A més, aquest treball m'ha ofert l'oportunitat d'entendre i aprendre a realitzar la planificació aeroportuària, millorar el meu coneixement d'AutoCAD i conèixer la normativa que regula aquestes infraestructures.

L'únic punt que no s'ha complert és el de veure plasmat aquest treball en la realitat perquè mentre redactava aquestes conclusions, el Consell Comarcal



d'Osona es retirava del concurs públic per a decidir l'emplaçament de l'aeroport per la forta oposició veïnal al projecte.

Tot i que Osona no es presentarà al concurs considero interessant comparar les bases del concurs públic de la Generalitat amb els resultats obtinguts com a conclusió final del treball, per a mostrar que, tot i desconèixer els criteris que hauria de tenir l'aeroport (perquè les bases no van ser presentades fins a finals de febrer del 2009, quan el treball estava quasi acabat), les suposicions i consideracions realitzades han seguit criteris raonables.

El primer punt indica que l'aeroport ha d'estar a menys de 65 km de Barcelona i disposar a menys de 10 km d'una connexió viària de la xarxa bàsica de Catalunya, i segons el disseny realitzat l'aeroport està a 60 km i té a menys de 2 km la C-17. El segon requisit és que la pista ha de ser de 1800 metres en condicions estàndard i que als extrems de pista s'hi ha d'afegir 240 m d'àrea de seguretat. Aquest requisit no es compleix (la pista a nivell del mar fa 1549 m) tot i que hi ha espai suficient per a arribar a tenir una pista de més de 2000 m a nivell del mar.

El tercer requisit obliga a realitzar l'estudi de vents, de temperatura i de visibilitat, i obtenir un coeficient d'utilització del 95%. Dels tres, només el de la visibilitat no ha estat possible realitzar-lo per manca de dades. El coeficient d'utilització obtingut ha estat del 100%. Pel que respecta a la visibilitat, s'ha tingut en compte a l'hora de realitzar el disseny de l'aeroport, tot instal·lant un sistema d'ajuda visual adient. El quart punt demana que el recinte aeroportuari disposi d'un mínim de 150 hectàrees, i se'n disposa de 600. El cinquè requisit insta a evitar zones amb orografia adversa. El disseny realitzat constata que durant l'aproximació no hi hauria cap problema però sí durant l'enlairament. Però aquest últim punt s'ha solucionat mitjançant el disseny dels ILS bàsics.

El sisè apartat diu que l'emplaçament no pot afectar a cap espai natural protegit. Aquest punt no comporta cap problema perquè l'estudi realitzat mostrava que el terreny seleccionat no incloïa cap espai protegit. El setè requisit obliga a les capçaleres de pista a estar a més de 1250 m de qualsevol zona residencial, així com a 2500 metres d'escoles i hospitals. Així mateix, l'emplaçament no pot allotjar habitatges, llocs públics ni dipòsits d'aigua ni de combustible. Aquest punt no es compleix, però pot ser solucionat construint barreres vegetals per a reduir l'impacte acústic.

La vuitena base del concurs obliga a la compatibilitat aèria de la nova infraestructura, que en el treball ja ha estat estudiada i s'ha determinat que no hi havia cap afecció. L'últim punt indica que l'aeroport haurà d'estar obert de 7 a 23 hores i que es valorarà l'ampliació de l'horari i l'aeroport dissenyat inclou les ajudes visuals necessàries per a poder operar durant la nit.

De les vuit bases del concurs, només la referent a la llargada de la pista (que s'ha considerat inferior) i la distància de la capçalera de pista amb els nuclis habitats no es compleixen. Amb les solucions proposades però, aquest treball compliria les bases del concurs públic per a decidir l'emplaçament de l'aeroport corporatiu.

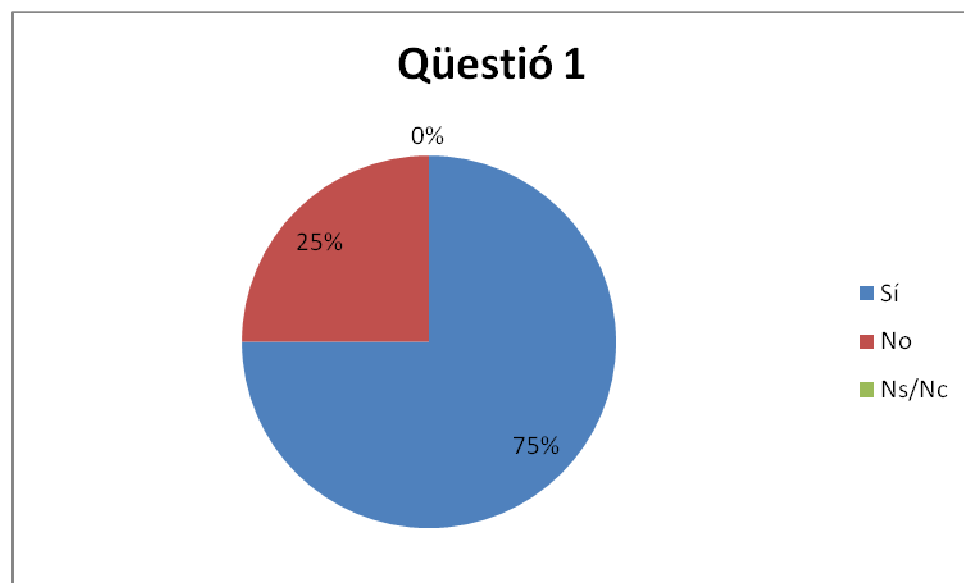
## BIBLIOGRAFIA

- [1] *Pla d'aeroports, aeròdroms i heliports de Catalunya 2007-2012*, Barcelona (2007).
- [2] *Pla d'aeroports, aeròdroms i heliports de Catalunya 2009-2015*, Barcelona (2009).
- [3] *Manual de planificación de aeropuertos, Parte 1, Planificación general*, OACI, Montreal (1987)
- [4] *Llei 19/2000, de 29 de desembre, d'aeroports de Catalunya*
- [5] [http://www.gencat.cat/generalitat/cat/estatut/titol\\_4.htm#a140](http://www.gencat.cat/generalitat/cat/estatut/titol_4.htm#a140)
- [6] *Anexo 14, Volumen I, Aeródromos*, OACI, Montreal (2004).
- [7] <http://www.ebaa.org>
- [8] <http://www.atxa.com>
- [9] <http://gc.kls2.com/>
- [10] <http://www.icc.cat/>
- [11] *ENR 6.5.9*, AENA, Madrid (2007)
- [12] *ENR 6.1.1*, AENA, Madrid (2008)
- [13] *ENR 6.1.3*, AENA, Madrid (2008)
- [14] *ENR 5.6*, AENA, Madrid (1997)
- [15] <http://infomet.am.ub.es/clima/vic2/index1.html>
- [16] <http://www.acom.cat>
- [17] <http://www.svt.es/meteoroda>
- [18] *Llei 12/1985, de 13 de juny, d'espais naturals*
- [19] *Decret 328/1992, de 14 de desembre*, DOGC (1993)
- [20] <http://aca-web.gencat.cat/>
- [21] *Llei 16/2002, de 28 de juny, de protecció contra la contaminació acústica*
- [22] García Cruzado M., *Ingeniería aeroportuaria*, E.T.S.I. Aeronáuticos, Madrid (2006)
- [23] *Airport Capacity and Delay, 150/5060-5*, FAA, Washington (1995)
- [24] <http://www.ngdc.noaa.gov/>
- [25] "Business Airplanes", *Business & Commercial Aviation*, maig, 118-136 (2008)
- [26] [http://www2.bombardier.com/en/3\\_0/3\\_2/3\\_2\\_3/3\\_2\\_3\\_1\\_3.jsp?pageid=3\\_2](http://www2.bombardier.com/en/3_0/3_2/3_2_3/3_2_3_1_3.jsp?pageid=3_2)
- [27] *Aircraft Operations, Volume II, Construction of Visual and Instrument Flight Procedures*, OACI, Montreal (2006)
- [28] *Manual de diseño de aeródromos, Parte 1, Pistas*, OACI, Montreal (1984)
- [29] *Manual de diseño de aeródromos, Parte 2, Calles de rodaje, plataformas y apartaderos de espera*, OACI, Montreal (2005)
- [30] *Anexo 4, Cartas aeronáuticas*, OACI, Montreal (2001)

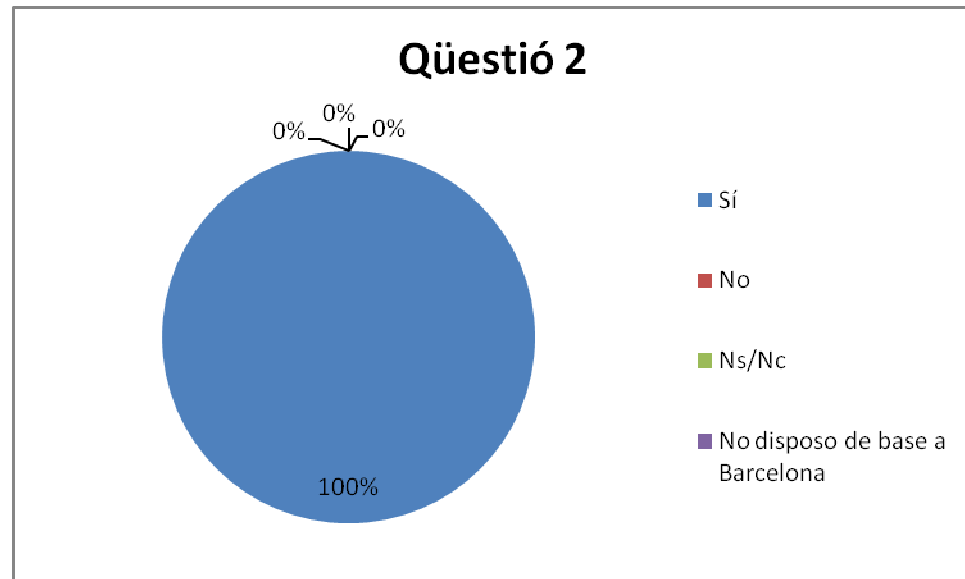
## ANNEX 1. RESULTATS ENQUESTES

A continuació es mostren les preguntes que es van enviar durant el mes d'octubre a les principals companyies d'aviació empresarial espanyoles, juntament amb els gràfics percentuals amb les respostes.

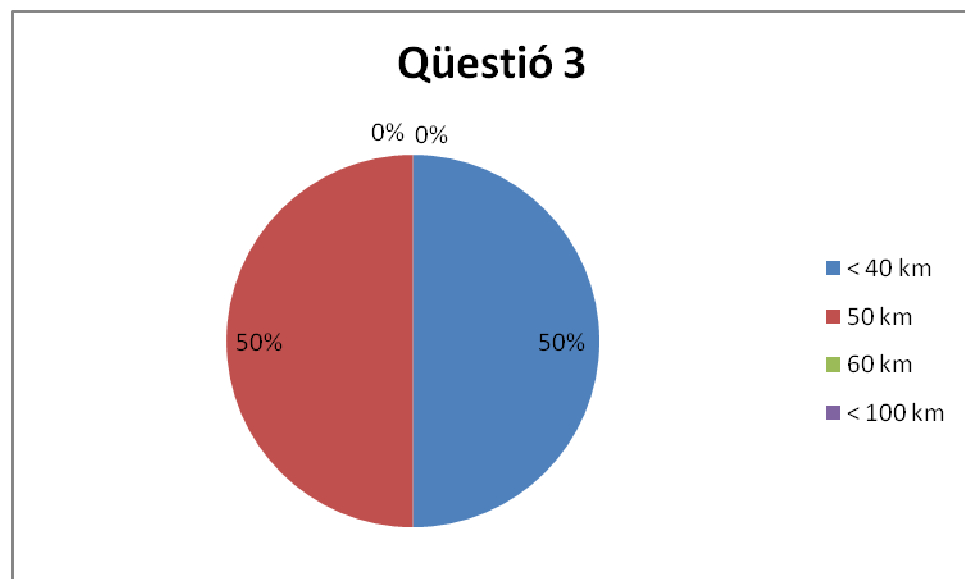
1. Si es construís un aeroport d'aviació corporativa a l'àrea metropolitana de Barcelona, la seva companyia estaria interessada en establir-hi una base?



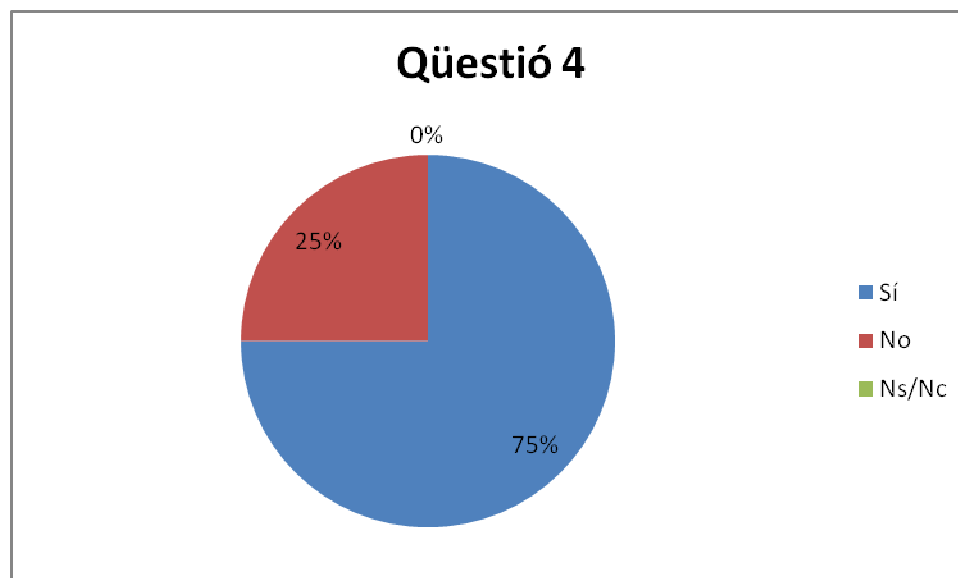
2. En cas afirmatiu, traslladaria els avions basats a l'aeroport del Prat al nou aeroport?



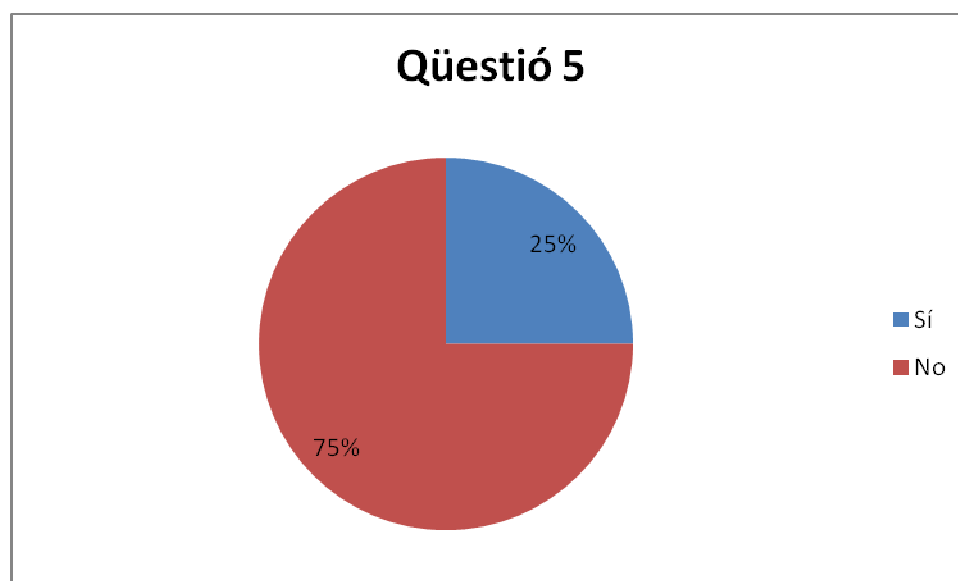
3. Quina creu que ha de ser la màxima distància entre el nou aeroport i Barcelona?



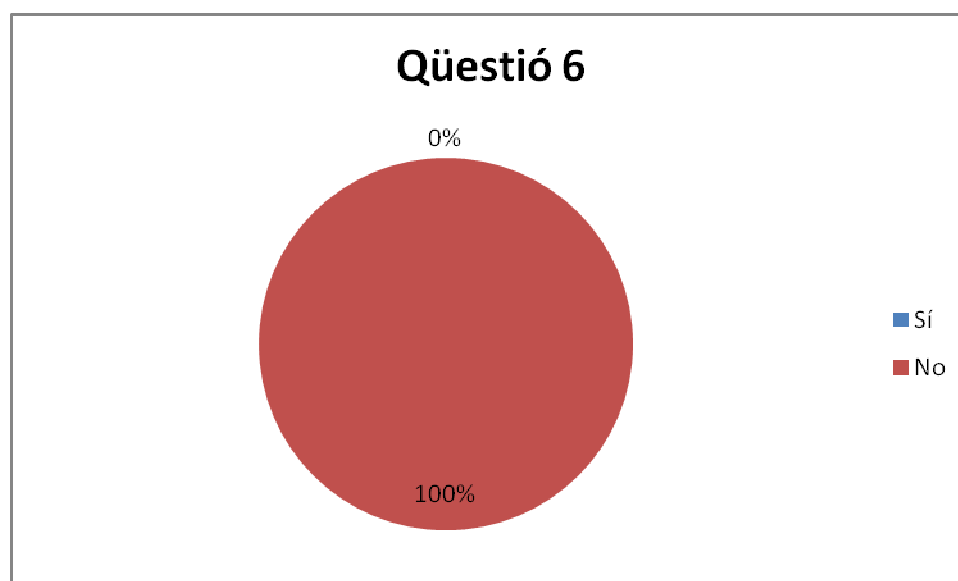
4. Creu necessari que l'aeroport disposi d'un heliport?



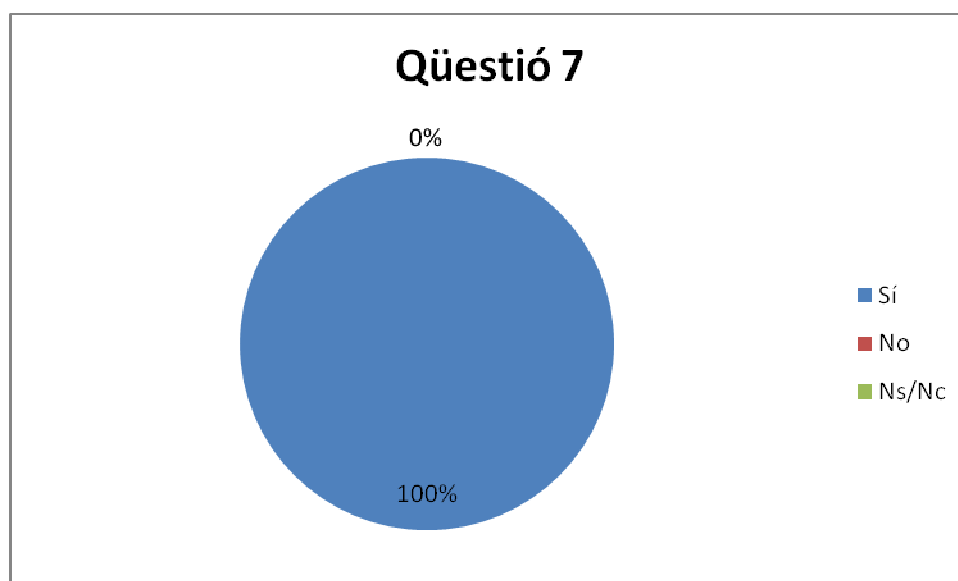
5. A part d'operador, es vostè agent handling?



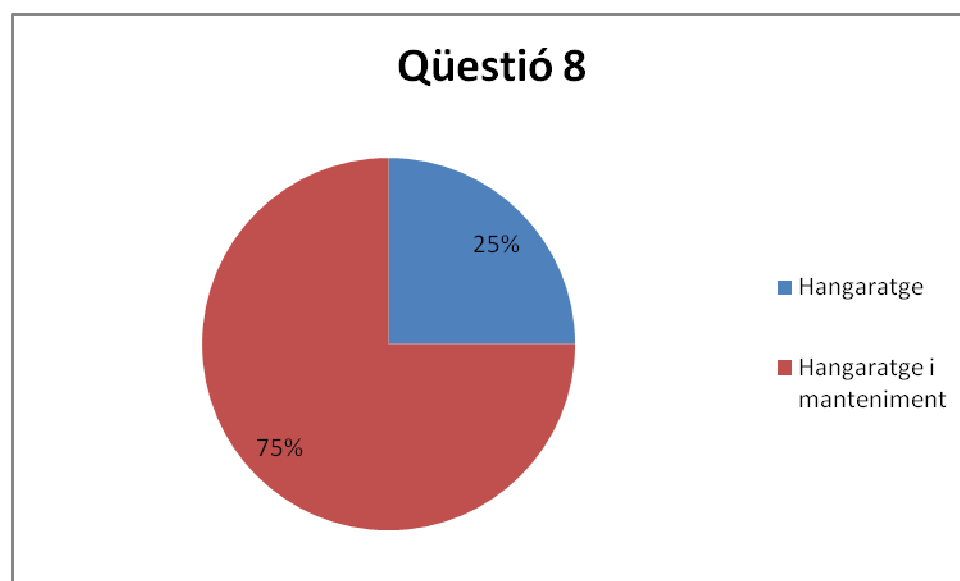
6. En cas afirmatiu a la pregunta 5, assumiria com a agent la categoria 7 d'assistència de combustibles i lubricants?



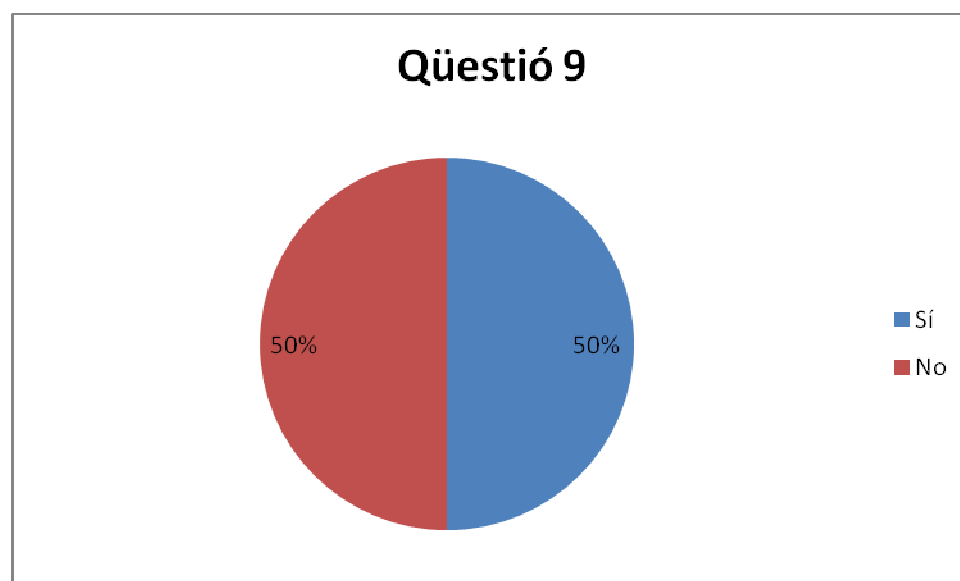
7. Creu necessari que l'aeroport disposi d'hangars?



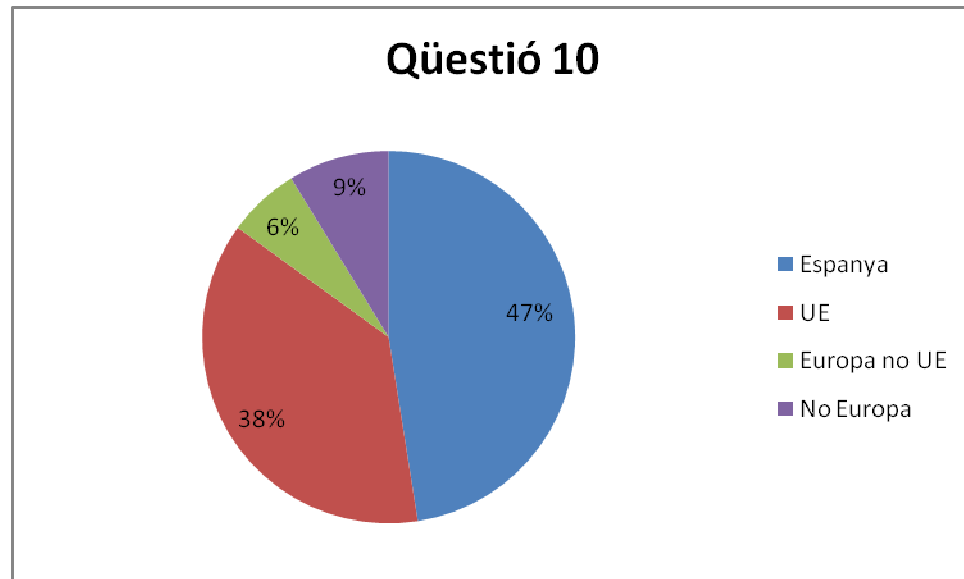
8. Realitzaria principalment hangaratge o realitzaria activitats de manteniment de la seva flota?



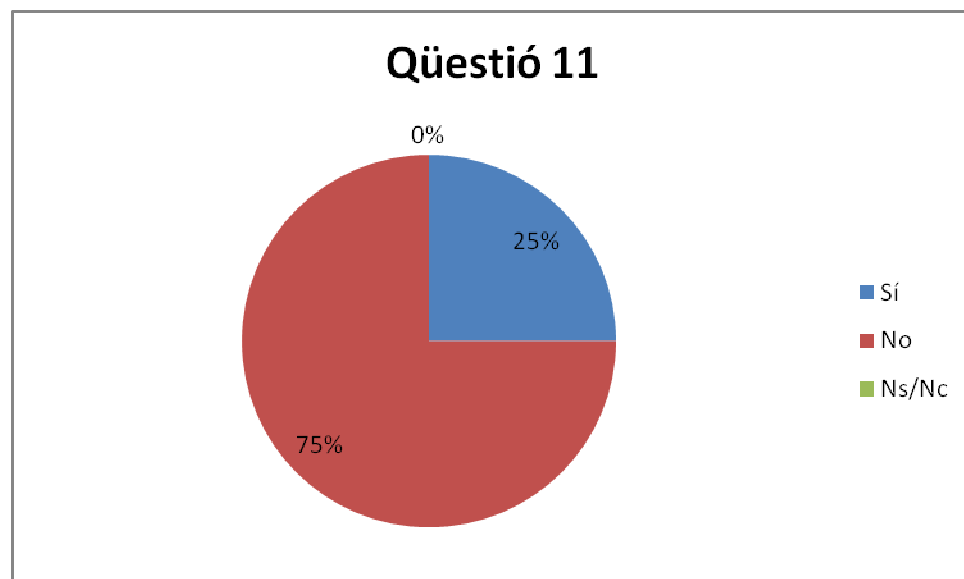
9. Estaria disposat a donar servei de manteniment a tercers?



10. Si hagués de donar percentatges a les operacions de la seva companyia d'un 100%, en quins percentatges es distribuïrien les mateixes per a:

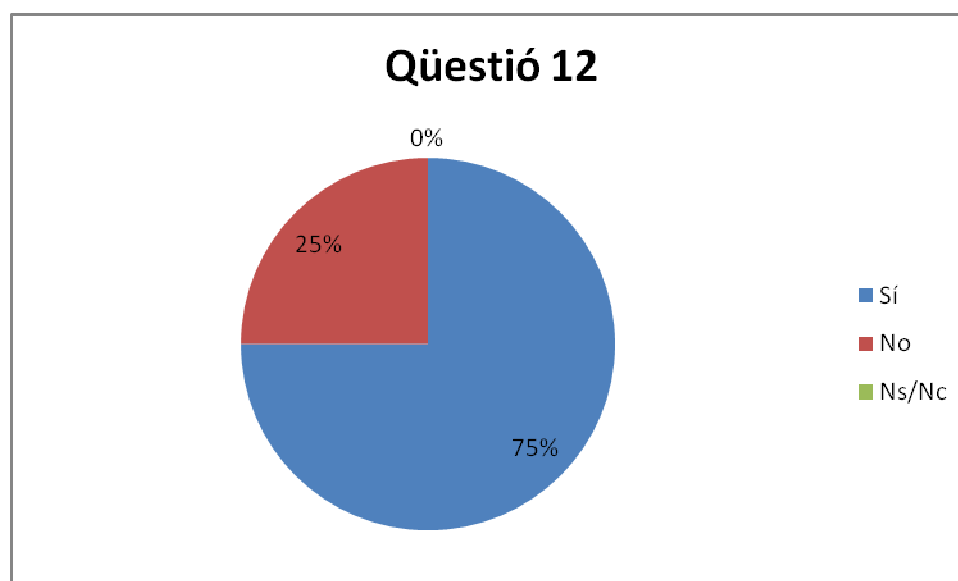


11. Si sortís a concessió/construcció un FBO, entès com a terminal i hangar, optaria a un suposat concurs d'aquestes característiques?

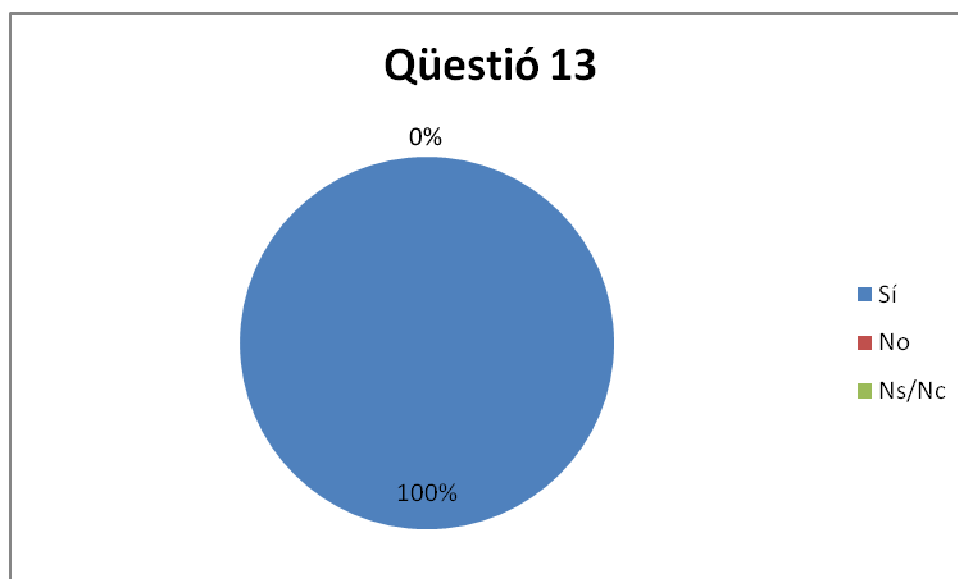


12. Creu que un desenvolupament associat d'escoles de pilots és compatibles amb l'activitat de la seva empresa?

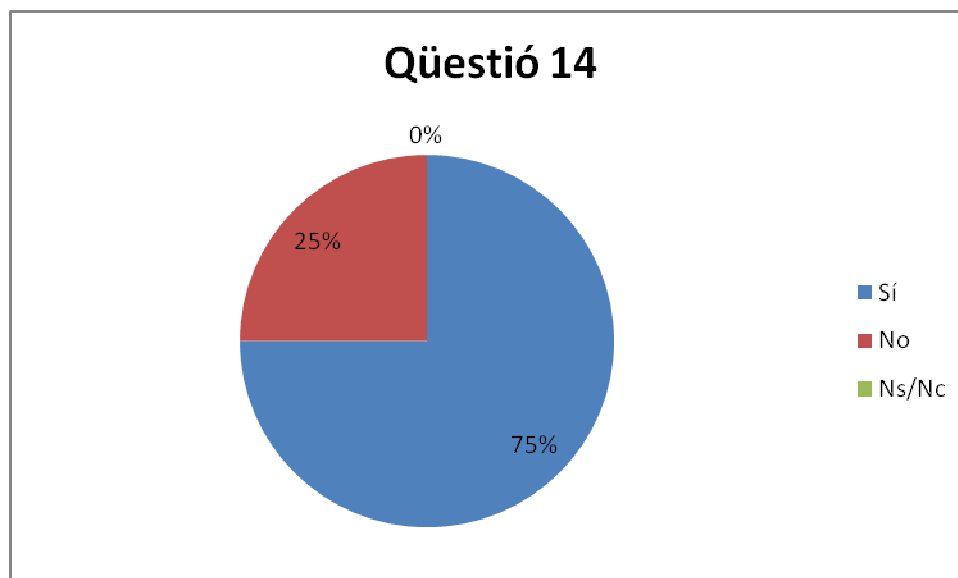




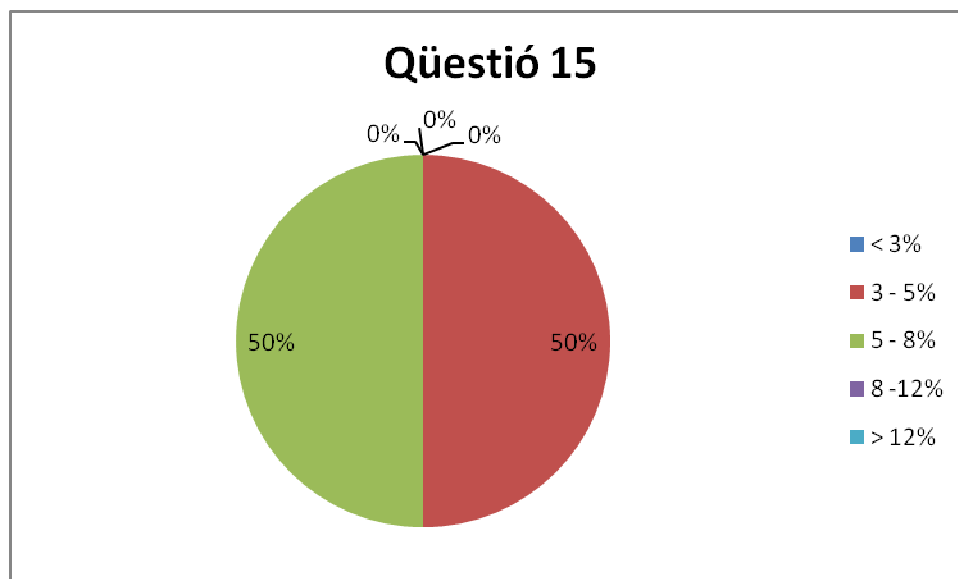
13. Creu que un desenvolupament associat d'empreses de treballs aeris en el mateix aeròdrom és compatible amb l'activitat de la seva empresa?



14. El desenvolupament de la zona terra podria acollir indústries relacionades amb la paqueteria i missatgeria. Creu que un desenvolupament associat d'aquest tipus d'empreses en el mateix aeròdrom és compatible amb l'activitat de la seva empresa?



15. Des de la seva experiència creu que el creixement en el mercat espanyol i català d'aquest tipus d'operacions serà de:



## ANNEX 2. DADES AENA

Es presenta el resum de les dades enviades pel Departament d'Estadística d'AENA, classificades per països, juntament amb la classificació donada, el número d'operacions, i els corresponents rangs promig (sense tenir en compte el pes de les operacions) i de rangs ponderats (multiplicació de cada operació pel rang i dividit pel total d'operacions registrades a aquell país).

### Operacions des de Barcelona (2007):

País	Classificació	Número d'operacions	Rang promig (km)	Rang ponderat (km)
Alemanya	UE	246	1199	1196
Algèria	Arc Mediterrani	36	596	537
Angola	Altres	3	5669	5669
Antilles holandeses	Altres	1	6649	6649
Àrabia Saudita	Altres	6	4006	4115
Argentina	Altres	5	10429	10429
Austràlia	Altres	4	16285	16285
Àustria	UE	59	1173	1219
Bahames	Altres	1	7380	7380
Bèlgica	UE	56	1090	1087
Bielorrússia	Europa no UE	1	2574	2574
Brasil	Altres	13	7332	6846
Bulgària	UE	17	1929	1839
Burkina Faso	Altres	3	3226	3226
Canadà	Altres	26	5130	4772
Cap Verd	Altres	5	3725	3705
Corea del Sud	Altres	1	9629	9629
Costa d'Ivori	Altres	1	4036	4036
Croàcia	Europa no UE	12	1189	1209
Cuba	Altres	1	7917	7917
Dinamarca	UE	16	1754	1730
EE.UU.	Altres	38	7265	6792
Egipte	Arc Mediterrani	5	2909	2909
Emirats Àrabs Units	Altres	5	5184	5184
Eslovàquia	UE	8	1493	1455
Eslovènia	UE	5	1135	1135
Espanya	Espanya	2902	635	482
Finlàndia	UE	10	2632	2632
França	UE	831	603	657
Gabon	Altres	5	4550	4550
Grècia	UE	42	1933	1969

Guatemala	Altres	1	9169	9169
Holanda	UE	66	1212	1225
Hongria	UE	12	1526	1526
Índia	Altres	1	6788	6788
Irlanda	UE	38	1518	1486
Islàndia	Europa no UE	14	2980	2976
Israel	Arc Mediterrani	11	3080	3086
Itàlia	UE	750	882	826
Jordània	Arc Mediterrani	2	3195	3195
Kuwait	Altres	2	4423	4423
Líbia	Arc Mediterrani	6	1643	1462
Luxemburg	UE	22	980	980
Malta	UE	4	1235	1235
Marroc	Arc Mediterrani	76	1114	1137
Mauritània	Altres	1	3093	3093
Mèxic	Altres	1	8414	8414
Moldàvia	Europa no UE	1	1874	1874
Montenegro	Europa no UE	2	1408	1408
Nigèria	Altres	2	3613	3613
Noruega	Europa no UE	11	2620	2370
Polònia	UE	28	1737	1800
Portugal	UE	180	7530	179
Regne Unit	UE	414	1276	1208
República Centreafricana	Altres	2	4404	4404
República Dominicana	Altres	2	7052	7052
Ruanda	Altres	1	5569	5569
Romania	UE	5	1987	1987
Rússia	Europa no UE	51	2971	2971
Senegal	Altres	3	3498	3498
Sèrbia	Europa no UE	3	1532	1532
Suècia	UE	16	2151	2204
Suïssa	Europa no UE	321	782	715
Tunísia	Arc Mediterrani	8	986	940
Turquia	Arc Mediterrani	17	2201	2223
República Txeca	UE	18	1359	1359
Ucraïna	Europa no UE	24	2661	2590
Veneçola	Altres	1	7493	7493
Xina	Altres	3	8834	8834
Xipre	UE	4	2841	2841
Zàmbia	Altres	1	6832	6832

**Operacions des de Girona (any 2007):**

País	Classificació	Número d'operacions	Rang promig (km)	Rang ponderat (km)
Alemanya	UE	64	1092	1050
Algèria	Arc Mediterrani	2	2132	2132
Aràbia Saudita	Altres	3	4251	4313
Àustria	UE	31	1090	1128
Bèlgica	UE	8	1014	1011
Bielorússia	Europa no UE	1	2487	2487
Cap Verd	Altres	2	3713	3713
Croàcia	Europa no UE	4	1184	1169
EE.UU.	Altres	2	6178	6178
Egipte	Arc Mediterrani	3	2876	2876
Emirats Àrabs	Altres	1	5130	5130
Eslovènia	UE	1	1052	1052
Espanya	Espanya	289	602	406
França	UE	171	508	527
Grècia	UE	9	1917	1822
Holanda	UE	47	1111	1133
Irlanda	UE	6	1467	1460
Israel	Arc Mediterrani	1	3043	3043
Itàlia	UE	83	743	729
Kazakhstan	Altres	1	5882	5882
Luxemburg	UE	4	898	898
Macedònia	Europa no UE	1	1561	1561
Marroc	Arc Mediterrani	45	1209	1044
Montenegro	Europa no UE	1	1363	1363
Polònia	UE	6	1683	1719
Portugal	UE	16	1075	1071
Regne Unit	UE	122	1160	1126
Rússia (vessant europea)	Europa no UE	71	3091	2927
Rússia (vessant asiàtica)	Altres	4	4274	4274
Suècia	UE	2	2208	2208
Suïssa	Europa no UE	79	666	650
Turquia	Arc Mediterrani	5	2322	2380
República Txeca	UE	3	1241	1230

Ucraïna	Europa no UE	10	2475	2434
Xipre	UE	5	2747	2756

### Operacions des de Reus (any 2007):

País	Classificació	Número d'operacions	Rang promig	Rang ponderat
Alemanya	UE	20	1146	1155
Àustria	UE	11	1288	1237
Bèlgica	UE	1	1145	1145
Espanya	Espanya	109	405	353
França	UE	19	540	526
Holanda	UE	4	1228	1228
Itàlia	UE	7	825	840
Malta	UE	1	1298	1298
Marroc	Arc Mediterrani	2	1052	1052
Portugal	UE	6	1233	1073
Regne Unit	UE	11	1166	1154
Suècia	UE	1	2265	2265
Suïssa	Europa no UE	10	836	806
Turquia	Arc Mediterrani	1	2435	2435
República Txeca	UE	2	1422	1422

## ANNEX 3. DADES METEOROLÒGIQUES

Les dades següents es corresponen a l'estació de la Zona Universitària de Vic.

### Dades any 2003:

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
T. mitjana °C	-	-	-	-	-	-	-	24,9	18,1	12,9	9,6	4,8
T. màxima °C	-	-	-	-	-	-	-	37,3	29,5	25,2	20,5	14,3
T. mínima °C	-	-	-	-	-	-	-	14,8	8,7	1,1	-0,6	-3,2
Precipitació mm	-	-	-	-	-	-	-	20,1	81,1	133,1	37,3	61,2
V. vent promig m/s	-	-	-	-	-	-	-	1,8	1,4	2,1	0,8	0,9
Direcció mitjana °	-	-	-	-	-	-	-	191	161	198	232	317

### Dades any 2004:

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
T. mitjana °C	5,2	5,8	7,6	10,4	13,6	20,4	21,6	22,3	19,1	15,4	7,1	5,1
T. màxima °C	15,3	21,7	23,7	22,9	26,6	33,4	34,3	34,9	31,8	28,1	19,4	14,8
T. mínima °C	-4,7	-2,5	-5,6	-0,2	2,1	9,9	11,7	13,1	8,5	3,3	-3,7	-6,2
Precipitació mm	3	59,2	75,7	92,2	140,5	54,9	51,6	43,2	48,8	17,8	5,1	48,8
V. vent promig m/s	1,3	1	1,4	1,9	1,5	1,5	1,8	1,9	1,2	1,6	0,6	0,8
Direcció mitjana °	165	95	120	207	304	193	212	213	186	232	219	332

### Dades any 2005:

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
T. mitjana °C	2,2	3	7,9	11,6	16,7	21,4	23	20,6	17,8	14,4	8	1,8
T. màxima °C	18,9	15,8	22,2	27,8	28,8	36,4	36,4	32,3	32,4	24,4	21,2	11,6
T. mínima °C	-10,3	-6,7	-5,2	1,5	5,2	9,2	12,9	8,2	5,8	5,6	-4,5	-6,9
Precipitació mm	2	23,1	11,2	3	30,3	28,2	39,2	77,4	185	97,4	33,5	8,2
V. vent promig m/s	1	1,4	1,4	2,2	1,7	1,6	1,9	1,3	1	0,7	0,6	0,4
Direcció mitjana °	311	219	181	186	180	179	184	242	176	179	178	228

**Dades any 2006:**

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
T. mitjana °C	4,1	5,4	9,9	12,6	17,1	21	24,2	20,3	19,2	15,9	10,3	5,2
T. màxima °C	14,7	15,7	24,3	24,1	31,6	32,9	35,7	31,7	32,4	27,8	22,6	17,4
T. mínima °C	-4,8	-2,6	-3,1	1,4	6,8	5,4	14,9	17,8	9,7	6,6	1,1	-4,6
Precipitació mm	125	3	8,4	21	13,8	0,6	61	70,4	117,8	27,6	5,6	19,2
V. vent promig m/s	0,4	0,9	1,7	1,1	1,6	1,5	1,5	1,8	1,2	0,9	0,7	0,7
Direcció mitjana °	316	222	217	181	173	178	189	193	192	198	201	210

**Dades any 2007:**

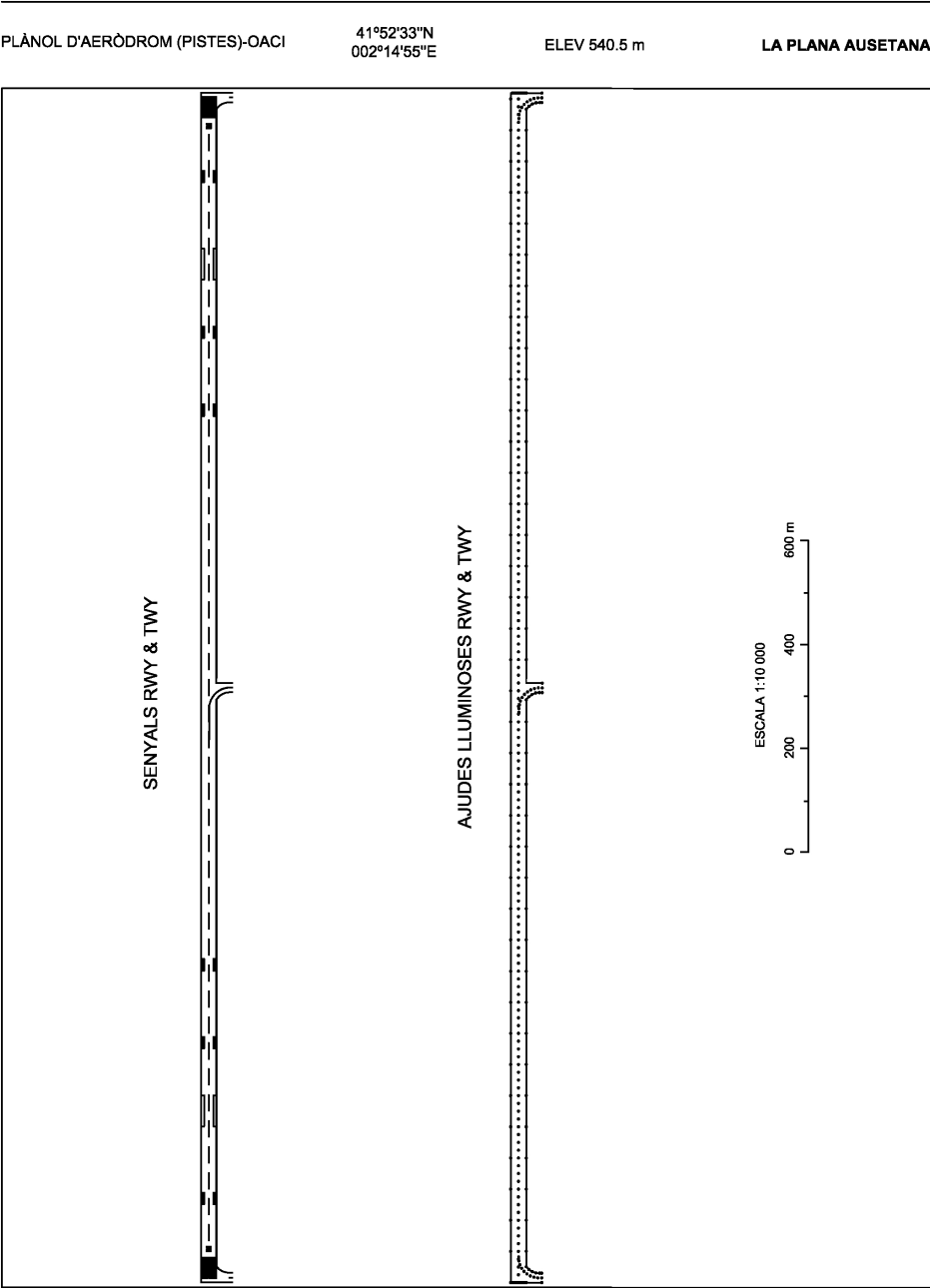
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
T. mitjana °C	4,8	7,5	8,4	12,7	15,9	19,6	21,9	20,9	18,3	13,6	6,5	4
T. màxima °C	17,7	20,5	21,8	26,8	29,8	30,8	31,9	36,2	29,3	27,2	20,3	16,2
T. mínima °C	-4,8	-0,7	-3,3	1,4	3,6	8,1	12,6	11,9	3,1	2,8	-6,8	-6,1
Precipitació mm	5,8	16,8	21,4	96,6	48,4	36	16	43,2	17,6	63,4	4,2	5,2
V. vent promig m/s	0,7	1,2	1,8	1,3	1,8	1,9	2	1,7	1,3	0,8	0,7	0,9
Direcció mitjana °	220	210	203	120	202	199	191	189	189	176	211	189

**Dades any 2008:**

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
T. mitjana °C	5,8	7,3	8,3	11,3	14,3	18,7	22	22,1	17,5	13,9	-	-
T. màxima °C	17,7	18,9	22,6	24,9	25,6	33	32,6	34,4	28,9	24,7	-	-
T. mínima °C	-5,1	-2,7	-5,9	-0,6	4,9	9,6	12,3	13	7,3	2,2	-	-
Precipitació mm	17,4	16,4	35,2	44,4	122,6	93	33	37,4	72,2	64,2	-	-
V. vent promig m/s	0,8	0,8	1,8	1,7	1,5	1,4	1,6	1,7	1,2	1	-	-
Direcció mitjana °	213	183	205	191	182	179	186	198	199	190	-	-



ANNEX 4. PLÀNOLS



PLÀNOL D'AERÒDROM PER  
MOVIMENTS A TERRA-OACI

LA PLANA AUSETANA

